

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-203413  
(P2000-203413A)

(43) 公開日 平成12年7月25日 (2000.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマコト<sup>\*</sup> (参考)

B 6 0 T 13/18  
17/18

B 6 0 T 13/18  
17/18

3 D 0 4 8  
3 D 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願平10-364575

(22) 出願日 平成10年12月22日 (1998.12.22)

(31) 優先権主張番号 特願平10-107517

(32) 優先日 平成10年4月17日 (1998.4.17)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-320247

(32) 優先日 平成10年11月11日 (1998.11.11)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 水谷 恭司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 磯野 宏

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100079669

弁理士 神戸 典和 (外3名)

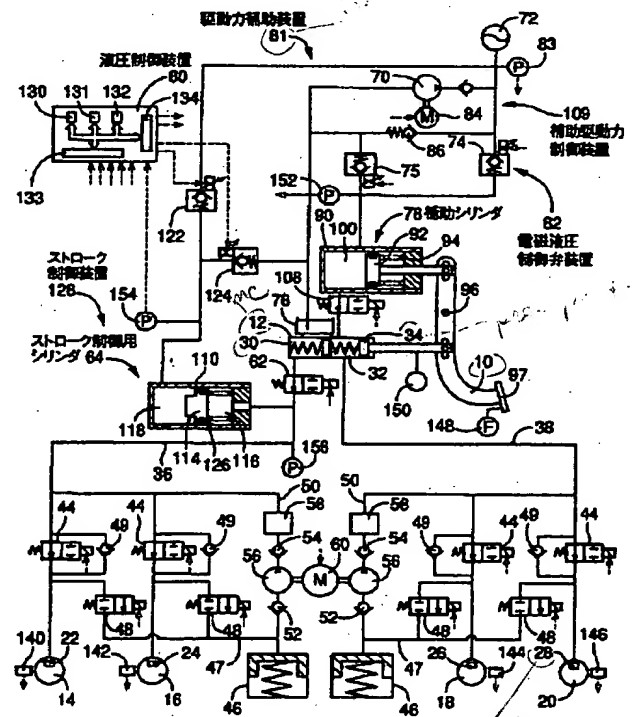
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液圧ブレーキ装置

(57) 【要約】

【課題】 マスタシリンダの加圧ピストンにブレーキ操作部材の操作力に応じた主駆動力とは別に補助駆動力を加える駆動力補助装置を備えた液圧ブレーキ装置において補助駆動力を電氣的に制御可能にする。

【解決手段】 補助シリンダ78は、ブレーキペダル10に連携させられる補助ピストン92と、液圧により補助ピストン92に液圧駆動力を加える補助加圧室100を含むものである。補助加圧室100の液圧は、増圧制御弁74、減圧制御弁75のソレノイドの励磁電流を制御することによって制御可能とされている。補助加圧室100の液圧の制御により補助ピストン92に加えられる液圧補助駆動力が制御され、ブレーキペダル10を介して加圧ピストン34に加えられる補助駆動力が制御される。このように、補助駆動力が電氣的に制御可能とされるのであり、制御の自由度を向上させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ブレーキ操作部材に連携させられた加圧ピストンを備え、その加圧ピストンの作動により加圧室に液圧を発生させるマスタシリンダと、

そのマスタシリンダから供給された作動液の液圧に基づいてブレーキを作動させるブレーキシリンダと、

前記加圧ピストンに、前記ブレーキ操作部材の操作力に基づいて加えられる主駆動力とは別に補助駆動力を加えるとともに、その補助駆動力を電氣的に制御可能な駆動力補助装置とを含むことを特徴とする液圧ブレーキ装置。

【請求項 2】 前記駆動力補助装置が、前記補助駆動力を、前記ブレーキ操作部材の操作状態を表す操作状態量と、車両の走行状態を表す走行状態量との少なくとも一方に基づいて電氣的に制御する補助駆動力制御装置を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 3】 前記駆動力補助装置が、前記加圧ピストンに連携させられた補助ピストンおよびその補助ピストンに液圧を作用させる補助加圧室を備えた補助シリンダと、

高圧源と、

リザーバと、

それら高圧源、リザーバおよび補助加圧室の間に設けられ、補助加圧室への高圧源からの作動液の流入と補助加圧室からリザーバへの作動液の流出とを制御可能な電磁液圧制御弁装置と、

その電磁液圧制御弁装置を制御することにより、前記補助加圧室の液圧を制御する制御弁装置制御装置とを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 4】 前記補助加圧室と前記電磁液圧制御弁装置との間に、電磁液圧制御弁装置の異常時に、これらを連通させる連通状態からこれらを遮断する遮断状態に切り換えられる制御弁装置異常時遮断弁を設けたことを特徴とする請求項 3 に記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 5】 前記電磁液圧制御弁装置の異常時に、前記補助加圧室に前記高圧源を前記電磁液圧制御弁装置をバイパスして連通させる異常時高圧源連通装置を設けたことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 6】 前記補助シリンダが前記マスタシリンダとは別体に構成され、前記補助ピストンが前記ブレーキ操作部材に連携させられることによりそのブレーキ操作部材を介して前記加圧ピストンに連携させられており、前記補助ピストンの受圧面積と、補助ピストンのブレーキ操作部材に対する連携位置とブレーキ操作部材の支点との間の距離との積が、前記加圧ピストンの受圧面積と、加圧ピストンのブレーキ操作部材に対する連携位置と前記支点との間の距離との積より小さくされ、かつ、当該

液圧ブレーキ装置が、補助シリンダの補助加圧室とマスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間に設けられ、常にはそれら両加圧室を遮断しているが、前記駆動力補助装置の異常時にそれら両加圧室を連通させる異常時マスタ連通装置を含むことを特徴とする請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 7】 前記補助シリンダと前記マスタシリンダとが互いに直列に配設されるとともに、前記補助ピストンの受圧面積が前記加圧ピストンの受圧面積より小さくされ、かつ、当該液圧ブレーキ装置が、前記補助シリンダの補助加圧室と前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間に設けられ、常にはそれら両加圧室を遮断しているが、前記駆動力補助装置の異常時にそれら両加圧室を連通させる異常時マスタ連通装置を含むことを特徴とする請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 8】 前記異常時マスタ連通装置が、前記駆動力補助装置の異常時であって、かつ、前記マスタ加圧室の液圧が前記補助加圧室の液圧より予め定められた設定圧以上大きい場合に、両加圧室を連通させることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 9】 前記加圧ピストンの位置のいかんを問わずマスタリザーバと前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室とを連通状態に保つ液通路と、その液通路の途中に、前記マスタ加圧室からマスタリザーバへの作動液の流れを阻止し、マスタリザーバからマスタ加圧室への作動液の流れを許容する逆止弁とを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 10】 前記マスタシリンダが、①前記加圧ピストンとしての第 1 加圧ピストンの移動に伴って容積が減少させられる前記加圧室としての第 1 加圧室と、その第 1 加圧室の前方の第 2 加圧室とを仕切るとともに、前記第 1 加圧ピストンに対して相対移動可能な第 2 加圧ピストンと、②前記マスタシリンダの外部から作動液を供給することにより前記第 2 加圧室の液圧を増加させる第 2 加圧室増圧装置と、③前記第 1、第 2 加圧ピストンが原位置にある状態において、前記第 1 加圧ピストンの前進に伴う第 1 加圧室の容積の減少を許容する一方、前記第 2 加圧室増圧装置による第 2 加圧室の液圧の増加に伴う前記第 1 加圧室の容積の減少を防止する連動容積減少防止装置とを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 11】 前記ブレーキ操作部材の操作力を、前記マスタシリンダの加圧室の液圧と、前記補助駆動力の大きさに基づいて推定するブレーキ操作力推定装置を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項 12】 当該液圧ブレーキ装置が、前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間で作動液の授

受を行い、その授受量の制御によって、前記加圧ピストンのマスタシリンダ本体に対する相対位置と前記マスタ加圧室の液圧との関係であるマスタシリンダの加圧特性を制御するマスタ加圧特性制御装置を含むことを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置。

【請求項13】前記マスタ加圧特性制御装置が、前記ブレーキシリンダの液圧室であるブレーキ液圧室と前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室とに接続された容積可変室と、その容積可変室の容積を制御することによって前記作動液の授受量を制御する作動液授受量制御装置とを含み、当該液圧ブレーキ装置が、前記容積可変室と前記マスタ加圧室との間に設けられ、常にはそれら容積可変室とマスタ加圧室とを連通させているが、前記駆動力補助装置の異常時にそれら両室を遮断する異常時マスタ加圧室遮断装置を含むことを特徴とする請求項12に記載の液圧ブレーキ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液圧ブレーキ装置に関するものであり、マスタシリンダの加圧ピストンに加えられる駆動力を大きくする駆動力補助装置を有する液圧ブレーキ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上述の駆動力補助装置を含む液圧ブレーキ装置の一例が、特開平4-328064号公報に記載されている。この公報に記載の液圧ブレーキ装置は、①ブレーキ操作部材に連携させられた加圧ピストンを備え、その加圧ピストンの作動により加圧室に液圧を発生させるマスタシリンダと、②そのマスタシリンダから供給された作動液の液圧に基づいてブレーキを作動させるブレーキシリンダと、③加圧ピストンに、ブレーキ操作部材の操作力（ブレーキ操作力と称する）に基づいて加えられる主駆動力とは別に補助駆動力を加える駆動力補助装置とを含むものである。この液圧ブレーキ装置においては、加圧ピストンに主駆動力と補助駆動力との両方が加えられるため、加圧室に発生させられる液圧を大きくすることができ、ブレーキ操作力の割にブレーキ力を大きくすることができる。しかし、この駆動力補助装置によって加えられる補助駆動力はブレーキ操作力に単純に比例するものである。すなわち、ブレーキ操作力と比例関係にあるもの以外の補助駆動力を加えることができないのである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題、解決手段、作用および効果】そこで、本発明の課題は、駆動力補助装置を有する液圧ブレーキ装置において、補助駆動力をブレーキ操作力に対して単純な比例関係以外の関係に制御可能とすることである。この課題は、液圧ブレーキ装置を以下に記載の各態様のものとすることによって解決される。な

お、各態様はそれぞれ項に分け、項番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用して請求項と同じ形式で記載する。これは、各項に記載の技術的特徴およびこれらの組み合わせを例示するためであり、本明細書の技術的特徴およびそれらの組み合わせが下記のものに限定されると解釈されるべきではない。

(1) ブレーキ操作部材に連携させられた加圧ピストンを備え、その加圧ピストンの作動により加圧室に液圧を発生させるマスタシリンダと、そのマスタシリンダから供給された作動液の液圧に基づいてブレーキを作動させるブレーキシリンダと、前記加圧ピストンに、前記ブレーキ操作部材の操作力に基づいて加えられる主駆動力とは別に補助駆動力を加えるとともに、その補助駆動力を電氣的に制御可能な駆動力補助装置とを含む液圧ブレーキ装置（請求項1）。本項に記載の液圧ブレーキ装置においては、加圧ピストンに加えられる補助駆動力が電氣的に制御される。そのため、操作力に単純に比例する大きさと異なる大きさの補助駆動力を加えることも可能となる。また、補助駆動力が電氣的に制御されるため、制御を容易に行うことができ、制御の自由度を高めることができる。なお、駆動力補助装置によって加えられる補助駆動力は、主駆動力が加えられる時期と同じ時期に加えられる力であっても、主駆動力と異なる時期に加えられる力であってもよい。後者の場合には、補助駆動力がブレーキ操作部材が操作されていない場合に（操作力が0の場合に）加えられることになり、液圧ブレーキ装置を自動ブレーキ装置として作動させることが可能となる。

(2) 前記駆動力補助装置が、前記補助駆動力を、前記ブレーキ操作部材の操作状態を表す操作状態量と、車両の走行状態を表す走行状態量との少なくとも一方に基づいて電氣的に制御する補助駆動力制御装置を含むことを特徴とする(1)項に記載の液圧ブレーキ装置（請求項2）。本項に記載の液圧ブレーキ装置においては、補助駆動力が、ブレーキ操作部材の操作状態量と車両の走行状態量との少なくとも一方に基づいて制御される。ブレーキ操作部材の操作状態量には、操作量（操作力、操作ストローク等）、操作量の変化率（操作力、操作ストロークの変化速度等）、それらの組み合わせ等が含まれる。例えば、補助駆動力を操作量の2次関数によって表される大きさとすれば、操作量の大きい場合に小さい場合より、操作量の変化量に対するブレーキ力の変化量を大きくすることができ、ブレーキ感度を高くすることができる。車両の走行状態量には、車速、加速度、車輪のスリップ状態量（スリップ状態には制動スリップ、駆動スリップが含まれ、スリップ状態量は、これらのスリップ率、スリップ量、それらスリップ率またはスリップ量の変化率、それらスリップ率またはスリップ量とそれらの変化率との組み合わせ等で表すことができる。）、旋回状態量（旋回状態量は、ヨーレイト、左右車輪速度差、そ

れらの変化率、それらヨーレイトや左右車輪速度差とそれらの変化率との組み合わせ等で表すことができる。)等や、車両が走行している環境を表す環境状態量等が含まれる。例えば、制動開始時の車速が大きい場合に小さい場合より補助駆動力を大きくすれば、車両を早期に停止させることができる。また、制動スリップ状態量が大きい場合に小さい場合より小さくすれば、車両の制動安定性を向上させることができる。それに対して、環境状態量には、路面の摩擦係数、外気温度等が該当するが、これら環境状態量に基づいて走行状態を推定することができるため、環境状態量を走行状態量に含ませることができるのである。例えば、路面の摩擦係数が小さい場合は大きい場合より、スリップ状態量が大きくなり易いと推定し得る。また、外気温度が低い場合には、作動液の粘性が高いため、応答遅れ(ブレーキの効き遅れ)が生じ易いと推定することができ、外気温度が設定温度より低い場合に補助駆動力を大きくしてマスタシリンダ液圧を高めに制御すれば、効き遅れを小さくすることが可能となる。環境状態量には、車両と車両の周辺(前方あるいは側方)に存在する人、物等との間の距離に関連する量(衝突危険度)も含まれる。これらの間の距離が小さい場合、距離の減少速度が大きい場合(接近速度が大きい場合)等には、衝突する危険性が高いと推定し得るため、補助駆動力を大きくして、車両を早急に停止させることが望ましい。上述のスリップ状態量、旋回状態量、衝突危険度に基づく補助駆動力の制御は、アンチロック制御、トラクション制御、旋回制御(ビークルスタビリティ制御を含む)、緊急ブレーキ制御等の一態様であると考えられる。例えば、アンチロック制御において、主駆動力はそのまま、補助駆動力の制御によって制動スリップ状態が適正状態になるようにするのである。また、駆動力補助装置が、ブレーキ操作部材が操作されていない状態で補助駆動力を加えることができる装置である場合には、補助駆動力の制御によって、トラクション制御、旋回制御等を行うことが可能になる。緊急ブレーキ制御には、ブレーキ操作部材が操作されている場合にブレーキ力を大きくする制御や、ブレーキ操作部材の操作に先立ってブレーキ力を発生させる制御等が該当するが、上述の場合には、後者の制御も可能となる。さらに、アンチロック制御、トラクション制御、旋回制御が、駆動力補助装置とは別に設けられた走行状態制御装置によって行われ、走行状態制御が行われているか否かに基づいて補助駆動力が制御されるようにすることもできる。例えば、これら走行状態制御が行われている間は、補助制動力を小さくし、走行状態制御への影響を小さくするのである。この場合には、走行状態制御中には制御中設定値(例えば、1)とされ、非制御中には非制御中設定値(例えば、0)とされる制御状態量を走行状態量の一態様と考えることができる。

(3) 前記駆動力補助装置が、前記加圧ピストンに連携

させられた補助ピストンおよびその補助ピストンに液圧を作用させる補助加圧室を備えた補助シリンダと、高圧源と、リザーバと、それら高圧源、リザーバおよび補助加圧室の間に設けられ、補助加圧室への高圧源からの作動液の流入と補助加圧室からリザーバへの作動液の流出とを制御可能な電磁液圧制御弁装置と、その電磁液圧制御弁装置を制御することにより、前記補助加圧室の液圧を制御する制御弁装置制御装置とを含む(1)項または(2)項に記載の液圧ブレーキ装置(請求項3)。補助加圧室の液圧を高くすれば、補助ピストンに加えられる液圧駆動力が大きくなり、加圧ピストンに加えられる補助駆動力が大きくなる。補助シリンダは、マスタシリンダと並列に設けても、直列に設けてもよい。並列に設けられる場合には、補助ピストンと加圧ピストンとをブレーキ操作部材の長手方向に隔たった2部分と連携させるのであり、直列に設ける場合には、加圧ピストンのピストンロッドの一部を補助ピストンのピストンロッドとして利用したり、あるいは加圧ピストンと補助ピストンとを一体的に構成したりすることができる。後者の場合には、補助シリンダとマスタシリンダとの本体も一体的に構成することが望ましい。また、電磁液圧制御弁装置は、1つ以上の電磁液圧制御弁を含むものとしたり、複数の電磁開閉弁を含むものとしたり、1つの電磁方向切換弁を含むものとしたりすること等ができる。電磁液圧制御弁装置が、高圧源と補助加圧室との間に設けられた増圧制御弁と、リザーバと補助加圧室との間に設けられた減圧制御弁とを含む場合には、減圧制御弁と補助加圧室との間と、減圧制御弁とリザーバとの間の少なくとも一方に、減圧制御弁が補助加圧室からリザーバへの作動液の流出を許容する減圧状態にある場合に開状態に、流出を阻止する保持状態にある場合に閉状態に切り換えられる電磁開閉弁を設けることができる。この電磁開閉弁により、減圧制御弁における漏れに起因して補助加圧室からリザーバへ作動液が流出することを回避することができる。電磁開閉弁は、減圧制御弁連動開閉弁と称することができる。

(4) 前記駆動力補助装置が、前記ブレーキ操作部材に連携させられた補助ロッドと、その補助ロッドに電動駆動力を加える電動アクチュエータと、その電動アクチュエータを制御することにより、前記電動駆動力を制御する電動アクチュエータ制御装置とを含む(1)項または(2)項に記載の液圧ブレーキ装置。電動アクチュエータの制御により補助ロッドに加えられる電動駆動力が制御され、加圧ピストンに加えられる補助駆動力が制御される。電動アクチュエータには、電動モータや積層圧電素子等が含まれる。

(5) 前記補助加圧室と前記電磁液圧制御弁装置との間に、電磁液圧制御弁装置の異常時に、これらを連通させる連通状態からこれらを遮断する遮断状態に切り換えられる制御弁装置異常時遮断弁を設けた(3)項に記載の液

圧ブレーキ装置（請求項4）。本項以下、各項に記載の発明は、(1)項ないし(3)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置における改良を課題としてなされたものである。本項に記載の「電磁液圧制御弁装置の異常」としては、電磁液圧制御弁装置自体が作動不能になった場合、電磁液圧制御弁装置に電流が供給されなくなった場合等が該当する。例えば、電磁液圧制御弁装置が、補助加圧室と高圧源との間に設けられた増圧制御弁と、補助加圧室とリザーバとの間に設けられた減圧制御弁を含む場合において、異物のかみ込み等により起因して増圧制御弁や減圧制御弁が閉じなくなる場合がある。増圧制御弁や減圧制御弁が閉じなくなれば、補助加圧室に高圧源の作動液が流入し続けたり、補助加圧室の作動液がリザーバへ流出し続けたりする。そのため、補助加圧室の液圧が異常に増加させられたり、減少させられたりする。これらの場合に、補助加圧室を電磁液圧制御弁装置から遮断すれば、補助加圧室の液圧が異常に変化させられることを回避することができる。増圧制御弁が閉じなくなったことは、例えば、増圧制御弁を閉状態にするように制御しているにもかかわらず補助加圧室の液圧が増大することや、補助加圧室の目標液圧に対して実際の液圧が設定値以上大きく、かつ、それらの差の絶対値が増大しつつあること等によって検出することができ、減圧制御弁が閉じなくなったことは、減圧制御弁を閉状態にするように制御しているにもかかわらず補助加圧室の液圧が減少することや、補助加圧室の目標液圧に対して実際の液圧が設定値以上小さく、かつ、それらの差の絶対値が増大しつつあること等によって検出することができる。また、電気系統の異常等に起因して電磁液圧制御弁装置に電流が供給されなくなった場合に、電磁液圧制御弁装置が、補助加圧室からリザーバへの作動液の流出も、高圧源から補助加圧室への作動液の流入も阻止する保持状態にされる場合において、保持状態にある電磁液圧制御弁装置において液漏れが生じる場合もある。この場合に、補助加圧室を電磁液圧制御弁装置から遮断すれば、補助加圧室の液圧変化を抑制することができる。制御弁装置異常時遮断弁は、例えば、ソレノイドへの供給電流が0になった場合に、遮断状態にされる常閉の電磁開閉弁とすることが望ましい。

(6) 前記電磁液圧制御弁装置の異常時に、前記補助加圧室に前記高圧源を前記電磁液圧制御弁装置をバイパスして連通させる異常時高圧源連通装置を設けた(3)項または(5)項に記載の液圧ブレーキ装置（請求項5）。本項に記載の「電磁液圧制御弁装置の異常」には、補助加圧室に高圧源の作動液を供給することができなくなった場合が該当する。例えば、電磁液圧制御弁装置が、補助加圧室と高圧源との間に設けられた増圧制御弁を含む場合において、増圧制御弁が閉状態から開状態に切り換えられなくなった場合がその一例である。高圧源の作動液を増圧制御弁を経て補助加圧室に供給することができな

いため、補助加圧室に、増圧制御弁を経ないで高圧源を連通させれば、高圧の作動液を供給することが可能となる。増圧制御弁が開状態に切換え不能な状態になるのは、増圧制御弁の可動部材が異物のかみ込みや錆付き等により機械的に移動不能になる場合や電気系統の異常に起因する場合等があるが、いずれにしても、本項における異常時高圧源連通装置を作動させて効果があるのは、高圧源が高圧の液圧を供給し得る状態にある場合である。異常時高圧源連通装置は、例えば、高圧源と補助加圧室とを電磁液圧制御弁装置をバイパスして接続する制御弁装置バイパス通路と、その制御弁装置バイパス通路の途中に設けられた常開の電磁開閉弁とを含むものとしてすることができる。電磁開閉弁は、電流が供給されなくなった場合に開状態にされるため、電気系統の異常に起因して増圧制御弁が開状態に切換え不能になった場合にも、補助加圧室に高圧源の作動液を供給することができる。なお、本項に記載の特徴と(5)項に記載の特徴とを併用する場合には、制御弁装置異常時遮断弁が閉状態から開状態に切換え不能になった場合にも、異常高圧源連通装置によって補助加圧室と高圧源とが連通させられるようにすることが望ましい。

(7) 前記異常時高圧源連通装置が、前記補助加圧室、高圧源およびリザーバの間に設けられた液圧制御弁であって、前記マスタシリンダの液圧をパイロット圧として作動し、高圧源の液圧をマスタシリンダの液圧に応じた大きさに制御して補助加圧室に供給するパイロット式液圧制御弁を含む(6)項に記載の液圧ブレーキ装置。パイロット式液圧制御弁を使用すれば、電気的な制御を行うことなく高圧源の液圧をマスタシリンダの液圧に応じた大きさに制御して補助加圧室に供給することができる。例えば、電磁液圧制御弁装置が作動不能となっても、高圧源が正常である限りは補助シリンダを作動させて補助駆動力をマスタシリンダの液圧に応じた大きさに制御することができる。また、高圧源がアキュムレータを備えたものである場合には、ポンプ装置が作動不能に陥った後も、アキュムレータに作動液が蓄積されている間は、補助シリンダを作動させることができるのである。

(8) 前記パイロット式液圧制御弁が、前記補助加圧室と前記高圧源とを前記電磁液圧制御弁装置をバイパスして接続する制御弁装置バイパス通路の途中に設けられたものであり、かつ、前記異常時高圧源連通装置が、前記制御弁装置バイパス通路と、前記補助加圧室と前記電磁液圧制御弁装置とを接続する制御弁装置接続通路との接続部分に設けられ、前記電磁液圧制御弁装置から供給された作動液と、前記パイロット式液圧制御弁から供給された作動液とのうち液圧が大きい方の作動液を補助加圧室に供給する高圧側作動液供給装置を含む(7)項に記載の液圧ブレーキ装置。補助加圧室には、パイロット式液圧制御弁から供給される作動液と、電磁液圧制御弁装置から供給される作動液とのうち、液圧が大きい方の作動

液が供給されるのであり、いずれか一方の予め決められた方の作動液が供給されるようにされている場合に比較して、補助加圧室の液圧を大きくすることができる。また、パイロット式液圧制御弁と高圧源との間に電磁開閉弁を設け、電磁液圧制御弁装置の異常時に閉状態から開状態に切り換えられるようにすれば、電磁液圧制御弁装置の異常時にのみ、パイロット式液圧制御弁が実質的に機能するようにすることができる。

(9) 前記補助シリンダが前記マスタシリンダとは別体に構成され、前記補助ピストンが前記ブレーキ操作部材に連携させられることによりそのブレーキ操作部材を介して前記加圧ピストンに連携させられており、前記補助ピストンの受圧面積と、補助ピストンのブレーキ操作部材に対する連携位置とブレーキ操作部材の支点との間の距離との積が、前記加圧ピストンの受圧面積と、加圧ピストンのブレーキ操作部材に対する連携位置とブレーキ操作部材の支点との間の距離との積より小さくされ、かつ、当該液圧ブレーキ装置が、前記補助シリンダの補助加圧室と前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間に設けられ、常にはそれら両加圧室を遮断しているが、前記駆動力補助装置の異常時ににそれら両加圧室を連通させる異常時マスタ連通装置を含む(3)項、(5)項ないし(8)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置(請求項6)。本項に記載の「駆動力補助装置の異常」には、例えば、補助加圧室に高圧の作動液を供給できない状態、補助加圧室の液圧を制御することができない状態、作動液の流入、流出ができない状態等が該当し、電気系統の故障等に起因して生じたり、高圧源、電磁液圧制御弁装置、制御弁装置制御装置等の異常に起因して生じたりする。本項に記載の液圧ブレーキ装置において、上述のように駆動力補助装置の異常時に、マスタ加圧室と補助加圧室とが異常時マスタ連通装置によって連通させられる。そのため、補助加圧室と高圧源やリ\*

$$P_{\text{B}}' = F \times L_{\text{F}} / (L_{\text{B}} \times S_{\text{B}} - L_{\text{S}} \times S_{\text{S}}) \cdots (1)$$

によって表される大きさとなる。この式において、上述のように、 $(S_{\text{S}} \times L_{\text{S}} < S_{\text{B}} \times L_{\text{B}})$  が成立するため、液圧  $P_{\text{B}}'$  が負の値になることはなく、ブレーキシリンダから作動液が逆流することが回避される。また、補助駆\*

$$P_{\text{B}}' = P_{\text{B}} \times (L_{\text{B}} \times S_{\text{B}}) / (L_{\text{B}} \times S_{\text{B}} - L_{\text{S}} \times S_{\text{S}}) \cdots (3)$$

と表すことができる。(3)式から、両加圧室を連通させた場合のマスタシリンダ液圧  $P_{\text{B}}'$  の補助駆動力が0の☆

$$P_{\text{B}}' / P_{\text{B}} = 1 / \{1 - (L_{\text{S}} \times S_{\text{S}} / L_{\text{B}} \times S_{\text{B}})\} \cdots (4)$$

となるが、 $(S_{\text{S}} \times L_{\text{S}} < S_{\text{B}} \times L_{\text{B}})$  とされているため、この比率は1より大きくなる。このように、両加圧室を連通させることにより、連通させない場合よりブレーキ力を大きくすることができるのである。補助加圧室にはブレーキ操作部材の操作に伴ってマスタ加圧室から作動液が供給され、それによって補助加圧室の液圧が高くなり、補助ピストンにはその液圧に応じた液圧駆動力が加えられ、ブレーキ操作部材を介して加圧ピストンには補

\* ザーバとの間における作動液の流入、流出が不可能になっても、マスタ加圧室との間における流入・流出が可能となる。補助加圧室には、ブレーキ操作部材の操作に伴ってマスタ加圧室から作動液が供給されるため、補助ピストンの移動が許容され、ブレーキ操作部材の操作が不可能になることが回避される。ブレーキ操作部材の操作が解除されれば、補助加圧室の作動液はマスタ加圧室に戻される。また、補助ピストンの受圧面積と、補助ピストンのブレーキ操作部材に対する連携位置と支点との間の距離との積が、前記加圧ピストンの受圧面積と、加圧ピストンの連携位置と支点との間の距離との積より小さくされているため、後述するように、マスタ加圧室から補助加圧室に作動液が流出させられても、マスタ加圧室からブレーキシリンダへの作動液の供給は支障なく行われる。さらに、マスタ加圧室から補助加圧室に作動液が供給されることにより、補助駆動力(0より大きい)を加圧ピストンに加えることが可能となる。実質的に、加圧ピストンの受圧面積が小さくされたのと同じことになり、ブレーキ操作力の割りにマスタ加圧室に発生させられる液圧を大きくすることができる。式を用いて説明する。〔発明の実施の形態〕の項において詳細に説明するように、補助加圧室とマスタ加圧室とが連通させられた場合には、補助加圧室の液圧とマスタ加圧室の液圧とは同じになる。図2に示すように、マスタシリンダと補助シリンダとが並列に設けられている場合において、マスタシリンダ液圧  $P_{\text{B}}'$  は、補助ピストンの受圧面積を面積  $S_{\text{S}}$ 、補助ピストンがブレーキ操作部材に連携させられる位置とブレーキ操作部材の支点との間の距離を距離  $L_{\text{S}}$  とし、加圧ピストンの受圧面積を面積  $S_{\text{B}}$ 、加圧ピストンが連携させられた位置と支点との間の距離を距離  $L_{\text{B}}$  とし、運転者によるブレーキ操作力を力  $F$  とし、ブレーキ操作部材の操作力が加えられる位置と支点との間の距離を距離  $L_{\text{F}}$  とした場合において、式

※動力が0の場合のマスタシリンダ液圧  $P_{\text{B}}$  は、式

$$P_{\text{B}} = F \times L_{\text{F}} / (L_{\text{B}} \times S_{\text{B}}) \cdots (2)$$

で表される大きさとなる。この(2)式を(1)式に代入すれば、マスタシリンダ液圧  $P_{\text{B}}'$  は、式

40 ☆ 場合のマスタシリンダ液圧  $P_{\text{B}}$  に対する比率は、

助駆動力が加えられるのである。

(10) 前記補助シリンダと前記マスタシリンダとが互いに直列に配設されるとともに、前記補助ピストンの受圧面積が前記加圧ピストンの受圧面積より小さくされ、かつ、当該液圧ブレーキ装置が、前記補助シリンダの補助加圧室と前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間に設けられ、常にはそれら両加圧室を遮断しているが、前記駆動力補助装置の異常時ににそれら両加圧



室を連通させる異常時マスタ連通装置を含む(3)項、(5)項ないし(8)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置(請求項7)。本態様は(9)項の態様において前記距離 $L_1$ と距離 $L_2$ とが等しくされた場合と実質的に同じである。なお、いずれの場合にも、補助シリンダは、ブレーキ操作部材に、ブレーキ操作力と同じ向きの回転モーメントを生じさせる補助駆動力を加える向きに配設される。

(11)前記異常時マスタ連通装置が、前記高圧源の液圧が設定圧以下に低下すると、前記補助加圧室とマスタ加圧室とを遮断する遮断状態からこれらを連通させる連10通状態に切り換えられる機械式切換弁を含む(9)項または(10)項に記載の液圧ブレーキ装置。高圧源に異常が生じ、高圧源の液圧が設定圧以下になった場合には、電磁制御弁装置が、補助加圧室を高圧源からもリザーバからも遮断する遮断状態に切り換えられるようにされることが多く、その場合には、補助加圧室における作動液の流入・流出が不可能となる。しかし、機械式切換弁が連通状態に切り換えられれば、補助加圧室がマスタ加圧室に20連通させられ、マスタ加圧室との間において作動液の流入・流出が可能となる。異常時マスタ連通装置が機械式切換弁を含むものであるため、電磁切換弁を含むものである場合より、切換えが確実に行われる。上記機械式切換弁の代表的なものは、高圧源の液圧をパイロット圧として作動するパイロット式切換弁である。

(12)前記異常時マスタ連通装置が、前記駆動力補助装置の異常時に、前記補助加圧室とマスタ加圧室とを遮断する遮断状態からこれらを連通させる連通状態に電流供給の有無により切り換えられる電気式切換弁を含む(9)項または(10)項に記載の液圧ブレーキ装置。電気式30切換弁は、例えば、常開の電磁開閉弁とすることができる。

(13)前記異常時マスタ連通装置が、前記駆動力補助装置の異常時であって、かつ、前記マスタ加圧室の液圧が前記補助加圧室の液圧より予め定められた設定圧以上大きい場合に、両加圧室を連通させる(9)項ないし(12)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置(請求項8)。本項に記載の液圧ブレーキ装置においては、マスタ加圧室と補助加圧室とが、駆動力補助装置の異常時であって、かつ、マスタ加圧室の液圧が補助加圧室の液圧より予め定められた設定圧以上大きい場合に、連通させられる。マスタ加圧室と補助加圧室とを連通させると、実質的にマスタシリンダの内径が小さくなったことと同じことになるため、加圧ピストンのストロークが大きくなる。それに対して、これらが、駆動力補助装置の異常時に直ちに連通させられるのではなく、補助加圧室の液圧よりマスタ加圧室の液圧の方が設定圧以上大きくなった場合に連通させられるようにすれば、その分、ストロークを小さくすることができる。例えば、液圧ブレーキが効き始めるまでに、ブレーキシリンダに作動液が供給

されるいわゆるファーストフィルの間は、マスタ加圧室と補助加圧室とが連通させられないようにすれば、駆動力補助装置の機能を殆ど損なうことなく、加圧ピストンのストローク、ひいてはブレーキ操作部材のストロークを効果的に小さくすることができる。

(14)前記異常時マスタ連通装置が、前記補助液圧室とマスタ加圧室とを接続する液通路と、その液通路に設けられ、前記駆動力補助装置の異常時に、前記両加圧室を遮断する遮断状態からこれらを連通させる連通状態に切り換えられる切換弁と、前記液通路に前記切換弁と直列に設けられ、マスタ加圧室の液圧が補助加圧室の液圧より設定圧以上大きくなると、マスタ加圧室から補助加圧室への作動液の流れを許容する差圧開閉弁とを含む(9)項ないし(13)項に記載の液圧ブレーキ装置。切換弁が連通状態に切り換えられても、両加圧室の液圧差が設定圧より小さい場合はマスタ加圧室から補助加圧室への作動液の流れは阻止される。そのため、差圧開閉弁を連通制限装置、流出制限装置と考えることもできる。また、ストローク低減装置と考えることもできる。上記設定圧、すなわち、差圧開閉弁の開弁圧は、スプリングの付勢力等によって固定的に決まる値であっても、供給電気エネルギー量に応じて制御可能な可変値であってもよい。可変値とすれば、ストロークと加圧室の液圧との関係を制御することが可能となる。なお、差圧開閉弁と並列にマスタ加圧室から補助加圧室への作動液の流れは阻止するが、逆向きの流れは許容する逆止弁を設けることもできる。逆止弁によれば、ブレーキ操作が解除された場合に、補助加圧室の作動液を逆止弁を経てマスタ加圧室に戻すことができる。

(15)前記異常時マスタ連通装置が、前記補助加圧室とマスタ加圧室との間に設けられ、これらを連通させる連通状態と遮断する遮断状態とに切り換え可能な電気式切換弁と、その電気式切換弁を、前記駆動力補助装置が異常であって、かつ、前記マスタ加圧室の液圧が前記補助加圧室の液圧より予め定められた設定圧以上大きい場合に、遮断状態から連通状態に切り換える切換弁制御手段とを含む(9)、(10)、(12)項および(13)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置。本項に記載の液圧ブレーキ装置によっても、ストロークの低減を図りつつ、駆動力補助装置の異常時にマスタ加圧室の液圧を大きく30することができる。それに対して、異常時マスタ連通装置を、前記高圧源の液圧が設定圧以下に低下し、かつ、マスタ加圧室の液圧が補助加圧室の液圧より設定圧以上大きくなると、遮断状態から連通状態に切り換えられる機械式切換弁を含むものとすることもできる。例えば、高圧源の液圧に応じた高液圧作用力より、マスタ加圧室の液圧と補助加圧室の液圧との差圧に応じた差圧作用力の方が、大きくなると、遮断状態から連通状態に切り換わる切換弁とすることが可能なのである。

(16)前記液圧ブレーキ装置が、前記補助シリンダの

補助加圧室とリザーバとの間に設けられ、常には、これらを遮断しているが、前記駆動力補助装置の異常時にこれらを連通させる異常時リザーバ連通装置を含む(3)項、(5)項～(8)項、(13)項～(15)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置。本項に記載の液圧ブレーキ装置においては、駆動力補助装置の異常時、すなわち、補助加圧室と高圧源やリザーバとの間における作動液の流入・流出が不可能になった場合に、補助加圧室とリザーバとが連通させられ、これらの間における作動液の流入・流出が可能とされる。補助加圧室には、ブレーキ操作部材のブレーキ操作に伴ってリザーバから作動液が供給され、解除操作に伴ってリザーバに作動液が戻される。リザーバは、マスタリザーバであっても、マスタリザーバとは別のリザーバであってもよいが、補助シリンダはマスタシリンダの近傍（一体的に設けられる場合もある）に設けられることが多いため、マスタリザーバとすれば、液通路を短くし得る等の利点がある。上記(13)項ないし(15)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置において、駆動力補助装置の異常時に、補助加圧室とマスタ加圧室との間の作動液の流れが制限された状態でも、補助加圧室の作動液の流入が異常時リザーバ連通装置により許容され、補助ピストンが支障なく移動し得る。

(17) 前記加圧ピストンの位置のいかんを問わずマスタリザーバと前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室とを連通状態に保つ液通路と、その液通路の途中に、前記マスタ加圧室からマスタリザーバへの作動液の流れを阻止し、マスタリザーバからマスタ加圧室への作動液の流れを許容する逆止弁を含む(1)項ないし(16)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置（請求項9）。従来のマスタシリンダにおいては、加圧ピストンの移動に伴って、マスタ加圧室とマスタリザーバとが連通させられたり、遮断されたりするようにされていた。例えば、シリンダ本体にマスタリザーバに連通する液通路の開口部（ポート）が形成されるとともに、加圧ピストンにカップシールが設けられたマスタシリンダがある。このマスタシリンダにおいては、加圧ピストンの原位置からの前進によって、マスタ加圧室に対してポートが開く開口状態から閉塞状態に切り換えられ、マスタ加圧室の液圧が増加される。加圧ピストンの後退に伴って、マスタ加圧室の容積が増加させられると、カップシールの弾性変形によってマスタリザーバの作動液がマスタ加圧室に流入することが許容され、マスタ加圧室が負圧になることが回避される。加圧ピストンが原位置へ復帰すれば、ポートが加圧室へ開口した状態となり、加圧室とマスタリザーバとが連通状態に戻る。また、シリンダ本体と加圧ピストンとの間、あるいは加圧ピストン同士の間インレットチェックバルブが設けられたマスタシリンダもある。このマスタシリンダにおいては、加圧ピストンが前進させられると、インレットチェックバル

10

20

30

40

50

ブが開状態から閉状態に切り換えられて、マスタ加圧室がマスタリザーバから遮断され、増圧される。加圧ピストンが後退させられると、インレットチェックバルブが開状態に切り換えられて、マスタ加圧室にマスタリザーバの作動液が供給され、負圧になることが回避される。加圧ピストンが原位置へ復帰すれば、インレットチェックバルブが開状態に復帰し、加圧室とマスタリザーバとが連通状態に戻る。それに対して、本項に記載のマスタシリンダにおいては、マスタ加圧室とマスタリザーバとが液通路により常に連通状態に保たれているのであり、加圧ピストンの移動に伴って連通させられたり、遮断されたりすることはない。すなわち、液通路はマスタ加圧室に対して常に開放状態に保たれるのであり、閉塞状態に切り換えられることがないのである。そして、その液通路の途中にマスタリザーバからマスタ加圧室への作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止する逆止弁が設けられている。逆止弁により、マスタ加圧室からマスタリザーバへの作動液の流出が阻止されるため、加圧ピストンの前進時にマスタ加圧室の液圧を増加させることができる。また、マスタリザーバからマスタ加圧室への作動液の流入が許容されるため、加圧ピストンの後退時にマスタ加圧室の液圧が負圧になることが回避される。その結果、従来のマスタシリンダにおけるように、カップシールやインレットチェックバルブを開閉させるための加圧ピストンのストロークが不要となって、マスタシリンダの長手方向（軸方向）の長さを短くすることができる。補助シリンダとマスタシリンダとを直列に設ける場合には全体の長さが長くなるため、本項の特徴は、この形態の補助シリンダおよびマスタシリンダに組み合わせることで採用することが特に有効である。なお、(3)項に記載の駆動力補助装置に含まれるリザーバは、マスタリザーバとしても、マスタリザーバとは別のものとしてもよい。本項に記載の特徴は、(1)項ないし(16)項のいずれに記載の特徴とも独立に採用可能である。

(18) 前記マスタシリンダが、前記マスタリザーバと前記マスタ加圧室とを連通状態に保つ液通路のマスタ加圧室に対する開口部が、前記加圧ピストンによって塞がれることを防止する開口状態確保装置を含む(17)項に記載の液圧ブレーキ装置。開口部が常に開口状態に保たれれば、マスタ加圧室とリザーバとを常に連通状態に保つことができる。例えば、マスタシリンダの本体の内周面の一部に環状の凸部を設け、その凸部に対して液密かつ摺動可能な状態で加圧ピストンを配設すれば、加圧ピストンのマスタシリンダ本体に対する相対位置がいずれにあっても、開口部が塞がれることはない。開口状態確保装置は、環状凸部等により構成される。

(19) 前記マスタシリンダが、①前記加圧ピストンとしての第1加圧ピストンの移動に伴って容積が減少させられる前記加圧室としての第1加圧室と、その第1加圧室の前方の第2加圧室とを仕切るとともに、前記第1加



圧ピストンに対して相対移動可能な第 2 加圧ピストンと、②前記マスタシリンダの外部から作動液を供給することにより前記第 2 加圧室の液圧を増加させる第 2 加圧室増圧装置と、③前記第 1、第 2 加圧ピストンが原位置にある状態において、前記第 1 加圧ピストンの前進に伴う第 1 加圧室の容積の減少を許容する一方、前記第 2 加圧室増圧装置による第 2 加圧室の液圧の増加に伴う前記第 1 加圧室の容積の減少を防止する連動容積減少防止装置とを含む(1) 項ないし(18)項のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置（請求項 10）。本項に記載のマスタシリンダにおいては、第 2 加圧ピストンによって、第 1 加圧室と第 2 加圧室とが仕切られている。ブレーキ操作部材が操作されると、それに伴って第 1 加圧ピストンが前進させられ、第 1 加圧室の容積が減少させられる。第 1 加圧室の液圧が増加させられ、それによって第 2 加圧ピストンが前進させられ、第 2 加圧室の液圧が増加させられる。また、連動容積減少防止装置によって、第 1、第 2 加圧ピストンが原位置にある状態において、第 2 加圧室の液圧が増加させられたことに起因して第 1 加圧室の容積が減少させられることが防止される。したがって、外部からの作動液の供給によって、第 2 加圧室の液圧を、第 1 加圧室の液圧を増加させることなく増加させることができ、第 1 加圧室に連通させられたブレーキシリンダの液圧を増加させることなく、第 2 加圧室に連通させられたブレーキシリンダの液圧を増加させることができる。また、この状態において、ブレーキ操作部材が操作された場合には、それに伴う第 1 加圧ピストンの前進が許容される。第 1 加圧室の液圧が増加させられ、第 1 加圧室に連通させられたブレーキシリンダの液圧を増加させることができる。第 2 加圧室の液圧が大きくされている状態で、ブレーキ操作部材が操作された場合に、第 1 加圧室から十分な量の作動液を排出することができ、その第 1 加圧室に接続されたブレーキシリンダを支障なく作動させることができるのである。なお、第 2 加圧室増圧装置は、第 2 加圧室の液圧を増加させるために専用に設けることもできるが、(3) 項に記載の駆動力補助装置（液圧によるもの）を利用することもできる。本項に記載の特徴は、(1) 項ないし(18)項のいずれに記載の特徴とも独立に採用可能である。

(20) 前記原位置が、前記第 2 加圧ピストンの後退端位置であり、かつ、前記連動容積減少防止装置が、第 2 加圧ピストンの後退を防止する第 2 ピストン後退防止装置を含む(19)項に記載のブレーキ液圧制御装置。第 2 加圧ピストンが後退端位置にある場合には、第 2 加圧室の液圧が増加させられても、第 2 加圧ピストンが後退させられることがないのであり、第 1 加圧室の容積が減少させられることはない。なお、第 2 加圧ピストンの後退を防止するストッパは、マスタシリンダの中間部に設けても、後退端部付近に設けてもよい。

(21) 前記第 2 加圧ピストンが、前記マスタシリンダ

の内部を第 1 加圧室と第 2 加圧室とに仕切る仕切り部と、その仕切り部の後退側に位置し、開口端面が当該マスタシリンダの本体の後退側端面に当接することによって後退端を規定する筒部とを有するものであり、前記第 1 加圧ピストンが、前記筒部の内周側に、相対移動可能に嵌合された(19)項または(20)項に記載の液圧ブレーキ装置。第 2 加圧ピストンの筒部の開口端面がマスタシリンダ本体の後退側端面に当接することによって後退端位置が規定される。ここで、第 2 加圧ピストンはマスタシリンダの本体に対して相対移動可能なものであるが、筒部の外周面とマスタシリンダの内周面とが接触した状態で相対移動させられることは望ましくない。そのため、第 2 加圧ピストンの筒部の外周面と、マスタシリンダの本体の内周面との少なくとも一方の一部に環状凸部を設け、いずれか一方の環状凸部と、他方の外周面と内周面とのいずれか一方とが液密かつ摺動可能な状態で、第 2 加圧ピストンが配設されることが望ましい。仕切り部は、〔発明の実施の形態〕において記載するように、円筒状を成したものとすることができるが、円盤状を成したものであってもよい。また、仕切り部と筒部とは、別体であっても一体であってもよく、一体である場合の一例として、筒部の底部が仕切り部として機能するものとすることができる。

(22) 前記第 1 加圧室を、前記第 2 加圧ピストンの筒部の内周側の、前記第 1 加圧ピストンの前方の液圧室とし、その筒部に、前記第 1 加圧室を、前記第 2 加圧ピストンの外周面とマスタシリンダの本体の内周面とによって形成される環状室に連通させる連通路を形成した(21)項に記載の液圧ブレーキ装置。第 1 加圧室の作動液は、連通路を経て環状室に供給され、ブレーキシリンダに供給される。環状室は、第 2 加圧ピストンの前進に伴って容積が減少させられる可変容積環状室としても、容積が一定に保たれる定容積環状室としてもよいが、可変容積環状室とした方が、定容積環状室とする場合より、可変容積環状室の液圧を大きくすることができる。可変容積環状室は、例えば、マスタシリンダの本体の内周面に設けられた環状のマスタ側凸部と、第 2 加圧ピストンの外周面に設けられた環状のピストン側凸部と、マスタシリンダの内周面と第 2 加圧ピストンの外周面とによって形成される液圧室とすることができる。ただし、マスタ側凸部はピストン側凸部より前進側に位置するものとする。仕切り部において、マスタ側凸部と液密かつ摺動可能な状態とされ、筒部に形成されたピストン側凸部がマスタシリンダ本体の内周面と液密かつ摺動可能な状態とされれば、第 2 加圧ピストンの前進に伴って環状室の容積を減少させることができる。この場合に、仕切り部を円筒状を成したものとすれば、第 2 加圧ピストンの許容ストロークを大きくすることができるため、可変容積環状室の容積変化量を大きくすることができる。また、仕切り部材の軽量化を図ることができる。

(23) 前記可変容積環状室を、前記第2加圧ピストンの前進に伴って容積が減少させられるものとし、かつ、前記連通路を、絞り機能を有するものとした(22)項に記載の液圧ブレーキ装置。絞りにより、第1加圧室と可変容積環状室との間に液圧差が生じる場合がある。ブレーキ操作部材の操作速度が大きい場合には、第1加圧室の容積が急激に減少しようとするが、第1加圧室から可変容積環状室への作動液の流れが絞りにより妨げられるため、第1加圧室の液圧が大きくなり、第1加圧室と可変容積環状室との間に液圧差が生じる。この液圧差により加圧面積の大きい第2加圧ピストンが前進させられ、可変容積環状室の容積が減少させられる。そのため、ブレーキシリンダ液圧を、加圧面積の小さい第1加圧ピストンの第2加圧ピストンに対する前進による場合に比較して、急激に増加させることができる。

(24) 前記第2加圧室に駆動輪のブレーキシリンダが接続された場合において、当該液圧ブレーキ装置が、前記第2加圧室増圧装置と第2加圧室との間に設けられ、これらを連通させる連通状態と遮断する遮断状態とに切り換え可能な電磁開閉弁と、その電磁開閉弁を連通状態に保った状態で、前記駆動輪のブレーキシリンダの液圧を制御する駆動輪側ブレーキシリンダ液圧制御装置とを含む(19)項ないし(23)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置。電磁開閉弁を連通状態に保てば、第2加圧室に第2加圧室増圧装置の作動液を供給することができ、駆動輪のブレーキシリンダ液圧を増加させることができる。第2加圧室増圧装置は、出力液圧が制御可能なものであっても、出力液圧が一定のものであってもよい。出力液圧が一定である場合には、第2加圧室と駆動輪ブレーキシリンダとの間に、液圧制御弁装置を設けることが望ましい。駆動輪側ブレーキシリンダ液圧制御装置は、例えば、トラクション制御装置とビークルスタビリティ制御装置との少なくとも一方を含むものとする。トラクション制御において、電磁開閉弁が連通状態に保たれれば、ブレーキ操作部材が操作されていない状態でも、駆動輪のブレーキシリンダに作動液を供給することができ、駆動スリップ状態が適正状態になるように、ブレーキシリンダ液圧を制御することができる。しかも、第1加圧ピストンの前進が許容される状態にあるため、トラクション制御中にブレーキ操作部材が操作された場合には、第1加圧室の液圧を直ちに増加させることができ、ブレーキの効き遅れを小さくすることができる。ビークルスタビリティ制御についても同様である。なお、(3)項に記載の駆動力補助装置を第2加圧室増圧装置とし、(9)項、(10)項、(12)項、(14)項に記載の異常時マスタ連通装置に含まれる電磁開閉弁を本項に記載の電磁開閉弁とすることができる。また、電磁開閉弁は、第2加圧室増圧装置に含まれるものと考えたり、駆動輪側ブレーキシリンダ液圧制御装置に含まれるものと考えたりすることができる。

(25) 前記ブレーキ操作部材の操作力を、前記マスタシリンダの加圧室の液圧と、前記補助駆動力の大きさに基づいて推定するブレーキ操作力推定装置を含むことを特徴とする(1)項ないし(24)項のいずれか1つに記載の液圧ブレーキ装置(請求項11)。本項に記載の液圧ブレーキ装置においては、ブレーキ操作部材の操作力が、マスタ加圧室の液圧と補助駆動力の大きさに基づいて推定される。そのため、操作力検出装置が不要となり、コストダウンを図ることができる。マスタ液圧検出装置や補助駆動力検出装置(例えば、補助駆動力が補助液圧に対応する大きさである場合には補助液圧を検出する補助液圧検出装置が該当する)は、補助駆動力の制御に必要なものであり、それらを利用することにより操作力検出装置を省略することができるのである。また、操作力検出装置を設ける場合にも、操作力を広い範囲で精度よく検出可能な高価なものとする必要がなくなる。操作力を精度よく検出可能な範囲においては操作力検出装置による検出結果を使用し、精度よく検出できない範囲において推定値を使用するのであり、やはりコストダウンを図ることができる。操作力は、例えば、実施形態において詳述するように、下記のように推定することができる。図2に示すように、マスタシリンダと補助シリンダとが並列に設けられている場合において、補助駆動力を $F_s$ とし、マスタ加圧室の液圧に応じたマスタ液圧駆動力(ブレーキ力と称することもある)を $F_m$ 、操作力を $F$ とするとともに、ブレーキ操作部材の回動中心から補助駆動力が作用する位置までの距離を $L_s$ 、液圧駆動力が作用する位置までの距離を $L_m$ 、操作力が作用する位置までの距離を $L_f$ とした場合には、操作力 $F$ は、式

$$F = F_m \cdot L_m / L_f - F_s \cdot L_s / L_f$$

に従って推定することができる。ここで、マスタ液圧駆動力 $F_m$ は、マスタ加圧室の液圧 $P_m$ と加圧ピストンの受圧面積 $S_m$ とを乗じた大きさ( $F_m = P_m \cdot S_m$ )であり、補助駆動力 $F_s$ は、補助加圧室の補助液圧 $P_s$ と補助ピストンの受圧面積 $S_s$ とを乗じた大きさ( $F_s = P_s \cdot S_s$ )である。また、図16に示すように、マスタシリンダと補助シリンダとが直列に設けられる場合には、補助ピストンまでの距離と、加圧ピストンまでの距離とが同じになるため、操作力 $F$ は、式

$$F = (F_m - F_s) \cdot L_m / L_f$$

に従って推定することができる。ここで、補助ピストンの受圧面積は、加圧ピストンの受圧面積より小さく、 $S_m - S_s$ となる。また、操作力検出装置が、加圧ピストンのブレーキ操作部材に対する反力 $F'$ を操作力 $F$ として検出する装置である場合には、反力 $F'$ と操作力 $F$ との間には、式

$$F' = F \cdot L_f / L_m$$

で表される関係があるため、反力 $F'$ は、式

$$F' = F_m - F_s$$

に従って推定することができる。本項に記載の特徴は、(1) 項ないし(24)項のいずれに記載の特徴とも独立して実施可能である。

(26) 当該液圧ブレーキ装置が、前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間で作動液の授受を行い、その授受量の制御によって、前記加圧ピストンのマスタシリンダ本体に対する相対位置と前記マスタ加圧室の液圧との関係であるマスタシリンダの加圧特性を制御するマスタ加圧特性制御装置を含む(1) 項ないし(25)項のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置(請求項 12)。マスタ加圧特性制御装置とマスタ加圧室との間の作動液の授受量を変化させれば、加圧ピストンのマスタシリンダ本体に対する相対位置を変化させることができ、マスタシリンダの加圧特性を制御することができる。ブレーキ操作部材が操作されれば、加圧ピストンが前進させられ、マスタ加圧室の容積が減少させられることになるが、この際、マスタ加圧室に外部から作動液が供給されれば、その分だけ加圧ピストンのストロークは小さくなり、作動液が外部へ取り去られればストロークは大きくなる。マスタ加圧室への作動液供給量が大きい場合は小さい場合より加圧ピストンのストロークが小さくなり、マスタ加圧室からの作動液取り去り量が大きい場合はストロークが大きくなる。このように、授受量の制御によってストロークを制御することができ、ストロークとマスタ加圧室の液圧(以下、マスタ液圧と称する)との関係を制御することができる。マスタ加圧特性制御装置は、授受量を、加圧ピストンのストロークに応じて制御するものであっても、加圧ピストンのストロークとは関係なく制御するものであってもよい。例えば、ストロークの増加に伴ってマスタ液圧が直線的に増加するように、授受量が制御されるようにしたり、ブレーキスイッチによるブレーキ操作部材の操作開始検出に応じて、ブレーキ操作部材のアイドルストロークの間に、予め定められた設定量の作動液が速やかに供給されるようにしたりすることができる。前者の場合には、マスタ液圧が、運転者の操作ストロークに対応した大きさとなるマスタ加圧特性とすることができ、後者の場合には、例えば、設定量をファーストフィル全部またはその一部に要する作動液量とすることにより、ブレーキ操作部材の操作ストローク低減を図ることができる。また、制動中、単位ストローク当たりの授受量が一定の大きさに保たれるようにすることもでき、その一定の作動液供給量が大きい場合は小さい場合より、ストロークを小さくすることができる。作動液を取り去る場合には、作動液流出量が大きい場合は小さい場合よりストロークは大きくなる。上述のように、本項に記載のマスタ加圧特性制御装置によれば、マスタ液圧に対する加圧ピストンのストロークを制御することができるため、ストローク制御装置と称することができる。このストローク制御は、次のように考えると判り易い。加圧ピストンは、ブレーキ操作

部材の操作に伴って前進させられ、その場合のマスタ液圧は、ブレーキ操作力に応じた大きさとなる。仮に、その操作力が保たれている状態において、マスタ加圧室に外部から作動液が供給されたとすれば、その供給量分だけ加圧ピストンが押し戻されることとなり、ストロークが小さくなる。逆に作動液が外部へ取り去られれば、ストロークが大きくなる。これら 2 つの現象が並行して起きるのがストローク制御なのである。本項に記載の特徴は、(1) 項ないし(25)項のいずれに記載の特徴とも独立して実施可能である。

(27) 前記マスタ加圧特性制御装置が、本体と、その本体に対して相対移動可能に配設された容積変化用ピストンと、前記本体と前記容積変化用ピストンとによって形成され、前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室に接続された容積可変室と、前記容積変化用ピストンの本体に対する相対移動量を制御することにより前記容積可変室の容積を制御し、前記作動液の授受量を制御する作動液授受量制御装置とを含む(26)項に記載の液圧ブレーキ装置。マスタ加圧室と容積可変室とが接続されているため、容積可変室の容積を制御することによって、マスタ加圧室との間の作動液授受量を制御することができる。容積可変室の容積を減少させれば、マスタ加圧室に作動液が供給され、増加させれば、マスタ加圧室から作動液が流出させられる。容積可変室の容積の減少量、増加量を制御すれば、マスタ加圧室への作動液供給量、マスタ加圧室からの作動液流出量を制御することができる。容積可変室の容積は、容積変化用ピストンの移動によって変化させられる。容積変化用ピストンは、液圧によって移動させられるようにしても、電動モータ、積層圧電素子等電動アクチュエータの駆動力によって移動させられるようにしてもよい。前者の場合には、本体の内部の、容積変化用ピストンに対して容積可変室の反対側に形成された容積制御室の液圧を制御することによって容積変化用ピストンの力の釣合状態における位置が制御される。この場合には、作動液授受量制御装置を、高圧源と、リザーバと、これら高圧源、リザーバ、容積制御室の間に設けられた電磁液圧制御弁装置と、この電磁液圧制御弁装置を制御することによって、容積制御室の液圧を制御する制御弁装置制御装置とを含むものとすることができる。また、上述の容積変化用ピストン、容積可変室、容積制御室、本体等によってマスタ加圧特性制御用シリンダが構成されることができる。このマスタ加圧特性制御用シリンダは前述のように、ストローク制御用シリンダと考えることができ、ストローク制御用シリンダが、主として、ストロークを小さくするために作動させられる場合には、ストローク低減用シリンダと称することができる。容積変化用ピストンが電動アクチュエータの駆動力によって移動させられる後者の場合には、電動アクチュエータ等の制御によって容積変化用ピストンの位置や移動速度が制御されることにな

り、作動液授受量制御装置は、電動アクチュエータ等と、その電動アクチュエータの作動を容積変化用ピストンの移動に変換する運動変換機構（あるいは電動アクチュエータの作動を容積変化用ピストンに伝達する運動伝達機構）と、電動アクチュエータを制御するアクチュエータ制御装置とを含むものとすることができる。

(28) 前記作動液授受量制御装置が、前記授受量を、前記加圧ピストンのストロークと予め定められた規則とに基づいて制御することによって、前記マスタシリンダの加圧特性を制御するマスタ加圧特性制御手段を含む(27)項に記載の液圧ブレーキ装置。マスタ加圧室との間の作動液の授受量が、加圧ピストンのストロークと規則とに基づいて制御され、それにより、マスタ加圧特性が制御される。この規則を変更すれば、ストロークと授受量との関係が変更されるため、マスタ加圧特性を変更することができる。例えば、授受量を、加圧ピストンのストローク  $S$  とマスタ液圧  $P_M$  との関係が、図 4 の実線で表されるマスタ加圧特性  $[P_M = k \cdot S^2]$  となるように制御したり、図示は省略するが、マスタ加圧特性  $[P_M = k(S - a)^2 + b]$  となるように制御したりすることができるのである。また、(2) 項に関して説明したように補助駆動力の制御も加えれば、〔発明の実施の形態〕に関して説明するように、仕事率とマスタ液圧  $P_M$  との関係が図 5 のグラフで表される関係となるように制御したり、剛性とマスタ液圧  $P_M$  との関係が図 6 のグラフで表される関係となるように制御したりすることもできる。これら関係は、マスタ加圧特性の一例と考えることもできるが、ブレーキの効き特性と考えることもできる。ここで、仕事率は、操作ストローク  $S$  とブレーキ操作力  $F$  との積で表される仕事量の変化に対するマスタ液圧  $P_M$  の変化の比率  $[dP_M / (S \cdot dF + F \cdot dS)]$  であり、剛性は、操作ストローク  $S$  の変化に対するブレーキ操作力  $F$  の変化量の比率  $[dF / dS]$  である。

(29) 前記マスタ加圧特性制御装置が、前記ブレーキシリンダの液圧室であるブレーキ液圧室と前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室とに接続された容積可変室と、その容積可変室の容積を制御することによって前記作動液の授受量を制御する作動液授受量制御装置とを含み、当該液圧ブレーキ装置が、前記容積可変室と前記マスタ加圧室との間に設けられ、常にはそれら容積可変室とマスタ加圧室とを連通させているが、前記駆動力補助装置の異常時にそれら両室を遮断する異常時マスタ加圧室遮断装置を含む(26)項ないし(28)項のいずれか 1 つに記載の液圧ブレーキ装置（請求項 13）。容積可変室の容積は、作動液授受量制御装置によって制御可能であるが、容積可変室とマスタ加圧室とが遮断され、これら間で作動液の授受が行われない状態において、容積可変室の容積が小さくされれば、容積可変室の液圧が高くなる。そこで、駆動力補助装置の異常時、すなわ

ち、補助駆動力が 0 になったり、非常に小さくなったりして、マスタ加圧室の液圧を十分に高くすることができなくなった場合に、容積可変室をマスタ加圧室から遮断してブレーキ液圧室に連通させれば、ブレーキ液圧室の液圧を、マスタ加圧室の液圧より高くすることが可能である。ここで、駆動力補助装置が、(3) 項に記載の補助シリンダ、高圧源、リザーバ、電磁液圧制御弁装置、制御弁装置制御装置を含むものであり、マスタ加圧特性制御装置が、マスタ加圧特性制御用シリンダ、高圧源、リザーバ、電磁液圧制御弁装置、制御弁装置制御装置を含み、液圧により容積可変室の容積を制御する装置である場合には、高圧源が駆動力補助装置とマスタ加圧特性制御装置とで共有される場合がある。この場合において、高圧源に異常が生じ、液圧が設定圧以下に低下した場合には、上述の異常時マスタ加圧室遮断装置を遮断状態に切り換えても、容積可変室の液圧を高くすることが困難であり、ブレーキシリンダの液圧をマスタシリンダの液圧より高くすることは困難である。しかし、高圧源は正常であるが、駆動力補助装置の電磁液圧制御弁装置、制御弁装置制御装置等に異常が生じた場合、高圧源、リザーバ、電磁液圧制御弁装置、補助加圧室間の液通路に液漏れが生じた場合、補助シリンダが作動不能になった場合等には、異常時マスタ加圧室遮断装置を遮断状態に切り換えることが有効である。マスタ加圧特性制御装置の容積制御室に高圧の作動液を供給することが可能であるため、容積可変室の液圧を高くし得、ブレーキシリンダの液圧をマスタ加圧室の液圧より高くすることができるのである。また、駆動力補助装置とマスタ加圧特性制御装置とに高圧源がそれぞれ専用に設けられている場合、駆動力補助装置が上述の高圧源等を有するものであり、かつマスタ加圧特性制御装置が電動モータ等電動アクチュエータの制御によって容積可変室の容積を制御するものである場合等にも、駆動力補助装置の高圧源の異常時に異常時マスタ加圧室遮断装置を遮断状態に切り換えることは有効である。さらに、駆動力補助装置が(4) 項に記載のように電動モータの作動状態の制御により補助駆動力を制御する装置であり、マスタ加圧特性制御装置が高圧源等を有するものである場合、駆動力補助装置もマスタ加圧特性制御装置もそれぞれ専用の電動アクチュエータを有するものである場合等にも、駆動力補助装置の異常時に異常時マスタ加圧室遮断装置を遮断状態に切り換えることは有効である。

(30) ブレーキ操作部材に連携させられた加圧ピストンを備え、その加圧ピストンの作動により加圧室に液圧を発生させるマスタシリンダと、そのマスタシリンダから供給された作動液の液圧に基づいてブレーキを作動させるブレーキシリンダと、前記マスタシリンダの加圧室であるマスタ加圧室との間で作動液の授受を行い、その授受量を制御することによって、前記加圧ピストンのマスタシリンダ本体に対する相対位置と前記マスタ加圧室

の液圧との関係であるマスタシリンダの加圧特性を制御するマスタ加圧特性制御装置とを含む液圧ブレーキ装置。マスタ加圧特性が制御されれば、ブレーキシリンダの液圧と加圧ピストンのストローク（ブレーキ操作部材の操作ストローク）との関係であるブレーキの効き特性を制御することができる。

#### 【0004】

【発明の実施の形態】以下、請求項1～3、6、12、13に記載の発明に共通の一実施形態としての液圧ブレーキ装置について図面に基づいて詳細に説明する。図1に示すように、本液圧ブレーキ装置は、通常のブレーキ系と、サーボ系とを有しており、これらが別系統になっている。通常のブレーキ系には、ブレーキ操作部材としてのブレーキペダル10、マスタシリンダ12、各車輪14～20のホイールシリンダ22～28等が含まれている。マスタシリンダ12は2つの加圧室30、32を有するタンデム式のものであり、加圧室30、32には、ブレーキペダル10に連携させられた加圧ピストン34の移動に伴ってブレーキペダル10の操作力に応じた液圧がそれぞれ発生させられる。一方の加圧室30からは液通路36が、他方の加圧室32からは液通路38がそれぞれ延び出させられている。

【0005】液通路36、38は、それぞれ途中で分岐させられており、液通路36の分岐部分の先端には、それぞれ上述のホイールシリンダ22、24が接続され、液通路38の分岐部分の先端には、それぞれ上述のホイールシリンダ26、28が接続されている。液通路36、38の分岐位置より下流側の部分には、それぞれ、保持弁としての電磁開閉弁44が設けられ、各ホイールシリンダ22～28とリザーバ46とを接続する液通路47の途中には、それぞれ減圧弁としての電磁開閉弁48が設けられている。保持弁44をバイパスするバイパス通路の途中には、ホイールシリンダ22～28からマスタシリンダ12に向かう作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止する逆止弁49が設けられ、電磁開閉弁44が閉状態にある場合にブレーキペダル10の踏み込みが緩められた場合に、ホイールシリンダ内の作動液が早急に戻されるようになっている。また、リザーバ46からは、汲上通路50が延び出させられており、その途中に2つの逆止弁52、54、ポンプ56、ダンパ58が設けられている。ダンパ58により、ポンプ56から吐出された作動液の脈動が抑制される。ポンプ56は電動モータ60の駆動によって作動させられる。液通路36の分岐部分より上流側には、電磁開閉弁62が設けられ、電磁開閉弁62の下流側には、ストローク制御用シリンダ64が接続されているが、これらについては後述する。

【0006】サーボ系には、ポンプ70、アキュムレータ72、増圧制御弁74、減圧制御弁75、マスタリザーバ76および補助シリンダ78等が含まれる。これ

らと、後述するが、コンピュータを主体とする液圧制御装置80の増圧制御弁74、減圧制御弁75を制御する部分等によって駆動力補助装置81が構成される。また、増圧制御弁74、減圧制御弁75等によって電磁液圧制御弁装置82が構成される。マスタリザーバ76の作動液が、ポンプ70によって加圧されてアキュムレータ72に蓄えられる。アキュムレータ72に蓄えられた作動液の液圧が設定範囲内にあるか否かが圧力スイッチ83によって検出され、その圧力スイッチ83の状態に基づいてポンプ70を駆動する電動モータ84が制御されることにより、アキュムレータ72にはほぼ一定の範囲内の液圧の作動液が蓄えられることになる。圧力スイッチ83は、図示しないが、複数のスイッチ部を有するものであり、アキュムレータ圧が低下し、第一設定圧以下になると、ON状態からOFF状態に切り換わり、アキュムレータ圧が上昇し、第一設定圧より大きい第二設定圧以上になると、OFF状態からON状態に切り換わる。ON状態からOFF状態に切り換わった場合に電動モータ84が作動され、OFF状態からON状態に切り換わった場合に停止させられるようにすれば、すなわち、OFF状態にある間駆動されるようにすれば、アキュムレータ圧を第一設定圧と第二設定圧との間の設定範囲内の液圧に保持することができる。

【0007】圧力スイッチ83の作動特性を図7に示し、電動モータ84の制御プログラムを表すフローチャートを図8に示す。前述のように、ステップ1（以下、S1と略称する。他のステップについても同様とする。）において、電動モータ84が作動状態にあるか否かが判定される。作動状態でない場合（非作動状態である場合）には、S2において、圧力スイッチ83がON状態かOFF状態かが判定される。電動モータ84が非作動状態にあり、ON状態の場合には非作動状態に保たれるが、OFF状態の場合にはS3において作動させられる。それに対して、電動モータ84が作動状態にある場合には、S4において、同様に、圧力スイッチ83がON状態かOFF状態かが判定される。ON状態の場合には、S5において、電動モータ60は非作動状態にされるが、OFF状態の場合には、作動状態に保たれる。なお、ポンプ70の吐出口とリザーバ76との間には、リリーフ弁86が設けられ、吐出圧が過剰に高くなることが回避される。

【0008】補助シリンダ78は、シリンダ本体90と、そのシリンダ本体90に対して液密かつ摺動可能に配設された補助ピストン92と、補助ピストン92とシリンダ本体90との間に配設されたリターンズpring94とを含むものである。図2に示すように、補助ピストン92のピストンロッド95はブレーキペダル10の支点96に対してペダルパッド97が設けられた側とは反対側において連携させられている。それに対して、前述のマスタシリンダ12の加圧ピストン34のピストン

ロッド 98 は、ペダルパッド 97 と同じ側において連携させられている。ブレーキペダル 10 の支点 96 からペダルパッド 97 までの距離が距離  $L_1$  であり、支点 96 から加圧ピストン 34 のピストンロッド 98 の連携位置までの距離が距離  $L_2$  であり、支点 96 からこれら加圧ピストン 34、ペダルパッド 97 が設けられている側とは反対側に距離  $L_3$  隔たって、補助ピストン 92 のピストンロッド 95 が連携させられているのである。本実施形態においては、加圧ピストン 34、補助ピストン 92 の両ピストンロッド 98、95 が、ブレーキペダル 10 に相対回動可能に、かつ、長手方向の相対移動が許容された状態で連携させられている。ブレーキペダル 10 に形成された長穴 99a においてピン 99b を介して係合させられるのであり、その結果、支点 96 からそれぞれの連携位置までの距離  $L_1$ 、 $L_2$  が一定に保たれた状態で、直線的に運動可能とされる。

【0009】上記シリンダ本体 90 と補助ピストン 92 とによって形成された空間のうち、リタースプリング 94 が配設されているスプリング室は大気と連通させられ、そのスプリング室とは反対側の液圧室には上述のアクチュレータ 72、マスタリザーバ 76 が、それぞれ、増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 を介して接続されている。この液圧室を補助加圧室 100 と称するが、補助加圧室 100 の液圧は、増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 の制御によって制御される。

【0010】増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 は構造が同じものであるため、増圧制御弁 74 について説明し、減圧制御弁 75 についての説明を省略する。増圧制御弁 74 は、ポンプ 70 の吐出口と補助加圧室 100 との間に設けられたものであり、図 11 に示すように、シーティング弁 101 と、コイル 102 を含む電磁駆動力発生装置 103 と、スプリング 104 とを備えたものである。シーティング弁 101 は、弁子 105 と弁座 106 とを含むものであり、前後の液圧差に応じた差圧作用力が、弁子 105 を弁座 106 から離間する方向に作用する。スプリング 104 は、弁子 105 を弁座 106 に着座させる方向に付勢するものである。また、上記コイル 102 に電流を供給すると電磁駆動力が発生させられるが、電磁駆動力は、弁子 105 を弁座 106 から離間する方向に作用する。電磁駆動力は、コイル 102 に供給する電流を制御することによって制御することができる。このように、増圧制御弁 74 には、差圧作用力と、電磁駆動力と、スプリング 104 の付勢力とが作用するが、差圧作用力と電磁駆動力とは同じ方向、すなわち、弁子 105 を弁座 106 から離間する方向に作用し、スプリング 104 の付勢力が、弁子 105 が弁座 106 に着座する方向に作用する。そのため、差圧作用力と電磁駆動力との合力がスプリング 104 の付勢力より大きい間、弁子 105 が弁座 106 から離間させられ、ポンプ 70 から補助加圧室 100 への作動液の流れが許容さ

れ、補助加圧室 100 の液圧が高くなる。電磁駆動力が大きい場合は小さい場合より、差圧が小さくても作動液の流れが許容されることになる。減圧制御弁 75 についての同様にコイル 102 に供給される電流が大きくされれば、補助加圧室 100 の液圧が低くなる。

【0011】前記リタースプリング 94 は、ブレーキペダル 10 の踏込みが解除された場合に補助ピストン 92 を原位置に戻すために設けられたものであるが、リタースプリング 94 によって、補助ピストン 92 のみでなく、ブレーキペダル 10 も原位置に戻されるため、リタースプリング 94 はブレーキペダル 10 のリタースプリングの機能も備えていることになる。ブレーキペダル 10 の原位置は図示しないストッパにより規定されている。

【0012】本実施形態においては、補助加圧室 100 とマスタシリンダ 12 の加圧室 32 との間に、常開弁である電磁開閉弁 108 が設けられている。ブレーキペダル 10 が操作された場合において、駆動力補助装置 81 が正常な場合には、ソレノイドに励磁電流が供給されて、これらを遮断する遮断状態に切り換えられるが、駆動力補助装置 81 に異常が生じた場合には、連通状態に戻される。本実施形態においては、駆動力補助装置 81 において電気系統の異常が生じた場合、すなわち、モータ 84 を正常に制御できなくなった場合、減圧制御弁 74、増圧制御弁 75 を正常に制御できなくなった場合に、第 1 異常が生じたとされ、ソレノイドに電流が供給されなくなることにより、連通状態に戻されるのである。なお、第 1 異常が生じた場合には、補助シリンダ 78 は正常に作動し得る状態にある。駆動力補助装置 81 のうち、補助加圧室 100 の液圧を制御する部分を、補助駆動力制御装置 109 と称し、第 1 異常は、補助駆動力制御装置 109 の異常であると考えることができる。補助駆動力制御装置 109 は、動力式液圧源と称することもできる。なお、補助加圧室 100 の液圧が設定値以下になった場合、圧力スイッチ 83 の OFF 状態が設定時間以上続いた場合等に第 1 異常が生じたと検出することもでき、この場合には、液漏れに起因して補助加圧室 100 の液圧が制御できない場合も検出し得る。

【0013】前述のストローク制御用シリンダ 64 は、シリンダ本体 110 と、シリンダ本体 110 に対して摺動可能に設けられた制御用ピストン 114 とを含むものであり、シリンダ本体 110 と制御用ピストン 114 とによって 2 つの液室 116、118 が形成される。一方の液室 116 が、前述の液通路 36 に接続され、他方の液室 118 には、増圧制御弁 122 を介してアクチュレータ 72 が接続されるとともに、減圧制御弁 124 を介してマスタリザーバ 76 が接続される。以下、一方の液室 116 を容積可変室と称し、他方の液室 118 を容積制御室と称する。容積可変室 116 にはリタースプリング 126 が設けられ、制御用ピストン 114 が図の左



方へ付勢されている。

【0014】増圧制御弁122、減圧制御弁124は、上述の増圧制御弁74、減圧制御弁75と同じ構造のものであり、ソレノイドへの励磁電流の制御により、容積制御室118の液圧が制御される。容積制御室118の液圧により制御用ピストン114の釣合い位置が右方へ移動させられれば、容積可変室116の容積が小さくなり、容積可変室116の作動液が加圧室30に供給される。釣合い位置が左方へ移動させられれば、加圧室30から作動液が取り去られる。ブレーキペダル10が操作されると、操作に伴って加圧ピストン34が左方へ移動させられ、加圧室30の容積が減少させられることになるが、この際、加圧室30に作動液が供給されれば、ストロークが小さくなり、作動液が取り去られればストロークは大きくなる。容積可変室116から加圧室30への作動液供給量が大きい場合は小さい場合より、加圧ピストン34のマスタシリンダ本体に対する相対位置が右方へ位置することになり、操作ストロークが小さくなる。逆に、加圧室30からの作動液流出量が大きい場合は小さい場合よりストロークが大きくなる。

【0015】このように、容積制御室118の液圧を制御することにより、容積可変室116の容積が制御されるとともに加圧室30との間の作動液の授受量が制御され、操作ストロークが制御されることになる。なお、ブレーキペダル10が踏み込まれていない場合には、制御用ピストン114は上述の釣合い位置（中立位置）に保たれる。容積制御室118の液圧は、この制御用ピストン114の中立位置において、リターンスプリング126の付勢力とつり合う大きさに保たれるのである。これらストローク制御用シリンダ64、増圧制御弁122、減圧制御弁124、アキュムレータ72、ポンプ70、電動モータ84、マスタリザーバ76、液圧制御装置80の増圧制御弁124、減圧制御弁122を制御する部分等により、ストローク制御装置128が構成される。

【0016】また、電磁開閉弁62は、常開弁であり、駆動力補助装置81が正常な場合は連通状態に保たれるが、駆動力補助装置81に異常が生じた場合、すなわち、アキュムレータ72、ポンプ70が正常で、増圧制御弁74、減圧制御弁75に異常が生じた場合に、遮断状態に切り換えられる。補助シリンダ78の補助加圧室100の液圧は制御できないが、アキュムレータ72、ポンプ70等が正常であれば、容積制御室118の液圧は、増圧制御弁122、減圧制御弁124の制御により制御可能であり、容積制御室118の液圧の制御により、容積可変室116の容積を小さくし、液圧を加圧室30の液圧より高くすることができる。この異常を第2異常と称するが、第2異常は、例えば、圧カスイッチ83がON状態であるにもかかわらず、補助加圧室100の液圧が設定値より小さいこと等により検出することができる。その結果、ホイールシリンダ22、24に加圧

室30の液圧より高い液圧の作動液を供給することが可能となる。ホイールシリンダ26、28には、加圧室32の液圧がそのまま供給される。

【0017】前記液圧制御装置80は、CPU130、RAM131、ROM132、入力部133、出力部134等を含むコンピュータを主体とするものであり、入力部133には、各車輪の回転速度を検出する車輪速センサ140～146、ブレーキペダル10の踏力を検出する踏力センサ148、操作ストロークを検出するストロークセンサ150、補助加圧室100の液圧を検出する補助液圧センサ152、容積制御室118の液圧を検出するストローク制御用液圧センサ154、マスタシリンダ12の液圧を検出するマスタ圧センサ156等が接続され、出力部134には、増圧制御弁74、122、減圧制御弁75、124のソレノイド、電磁開閉弁44、48のソレノイド、電磁開閉弁62、108のソレノイド等が図示しない駆動回路を介して接続されるとともに、電動モータ60、84等が図示しない駆動回路等を介して接続されている。ROM132には、前述の図7のフローチャートで表される電動モータ制御プログラム、フローチャートの図示は省略するが、アンチロック制御プログラム、補助加圧室100の液圧を制御する補助駆動力制御プログラム、容積制御室118の液圧を制御するストローク制御プログラム、電磁開閉弁制御プログラム等種々の制御プログラム、図3、4のグラフで表される制御マップ等が格納されている。

【0018】踏力センサ148は、ペダルパッド97に加えられた運転者の踏力を検出するものであり、例えば、ペダルパッド97に取り付けられた弾性部材の変形量等に基づいて検出することができる。マスタ圧センサ156は、加圧室30の液圧を検出するものであるが、本実施形態においては、液通路36の電磁開閉弁62の下流側に設けられているため、電磁開閉弁62が遮断状態にある場合には加圧室30の液圧を検出することはできない。その場合には、ホイールシリンダ22、24に供給される作動液の液圧が検出されることになる。補助加圧室100の液圧に基づいて補助ピストン92に作用する補助液圧駆動力が取得され、ブレーキペダル10を介して加圧ピストン34に加えられる補助駆動力が取得される。また、容積制御室118の液圧とマスタ加圧室30の液圧とに基づいてマスタ加圧室30との間の作動液授受量が決まり、ストロークが制御される。本実施形態においては、運転者によるブレーキペダル10の踏力とマスタシリンダ液圧との関係が図3のグラフで表されるように、補助加圧室100の液圧が制御される一方、ストロークとマスタシリンダ液圧との関係が図4のグラフで表されるように、容積制御室118の液圧が制御される。車輪速センサ140～146によって検出された車輪速度に基づいて、推定車体速度、各車輪14～20のスリップ状態が取得され、これらに基づいてアンチロ

ック制御が行われる。

【0019】以上のように構成された液圧ブレーキ装置における作動について説明する。ブレーキペダル10が踏力Fで踏み込まれた場合において、駆動力補助装置81が正常な場合には、電磁開閉弁108は遮断状態に切り換えられ、電磁開閉弁62は図示する連通状態に保たれる。補助加圧室100の液圧の制御により補助駆動力が制御され、容積制御室118の液圧の制御によりストロークが制御される。まず、補助加圧室100の液圧が液圧 $P_s$ に制御され、加圧室の液圧が液圧 $P_u$ になった場合について図2に基づいて説明する。前述のように、本実施形態においては、加圧ピストン34の受圧面積 $S_u$ が補助ピストン92の受圧面積 $S_s$ より大きくされている( $S_u > S_s$ )。また、受圧面積と支点96からの距離との積についても、補助シリンダ90についての積よりマスタシリンダ12についての積の方が大きくされている( $S_u L_u > S_s L_s$ )。

【0020】ブレーキペダル10の支点96回りのモーメントの釣り合いを考えると、式

$$F_s \times L_s + F \times L_f = F_u \times L_u$$

が成立する。ここで、力 $F_s$ は補助加圧室100の液圧により補助ピストン92に加えられる補助液圧駆動力であり、この補助液圧駆動力 $F_s$ がブレーキペダル10に加えられることになる。力 $F_u$ はブレーキ力であるが、加圧室の液圧により加圧ピストン34を介してブレーキペダル10に加えられる反力でもある。ブレーキ力 $F_u$ は、式

$$F_u = F_s \times L_s / L_u + F \times L_f / L_u$$

で表される。この式における第1項( $F_s \times L_s / L_u$ )は、補助液圧駆動力により加圧ピストン34に加えられる力であり、補助駆動力と称する。第二項( $F \times L_f / L_u$ )は踏力Fによって加圧ピストン34に加えられる力であり、主駆動力と称する。このように、加圧ピストン34には主駆動力とは別に補助駆動力が付与されるため、その分、大きなブレーキ力を得ることができる。

【0021】それに対して、補助液圧駆動力 $F_s$ の大きさは、式、

$$F_s = P_s \times S_s$$

で表され、ブレーキ力 $F_u$ の大きさは、式

$$F_u = P_u \times S_u$$

で表される。その結果、マスタシリンダ12の液圧 $P_s$ は、

$$P_s = P_u \times S_s \times L_s / (L_u \times S_u) + F \times L_f / (L_u \times S_u)$$

と表されることになる。踏力Fが検出され、それに応じて、図3で表される制御マップに従ってマスタシリンダ圧 $P_u$ が決まれば、制御対象である補助加圧室100の液圧 $P_s$ (目標液圧)が決まり、その目標液圧 $P_s$ となるように増圧制御弁74、減圧性弁75が制御される。

また、補助加圧室100の液圧 $P_s$ をマスタシリンダ12の液圧 $P_u$ の $\alpha$ 倍( $\alpha \times P_u$ )となるように制御すれば、液圧 $P_u$ は、

$$P_u = F \times L_f / (L_u \times S_u - \alpha \times L_s \times S_s)$$

で表される大きさとなり、ブレーキ力 $F_u$ は、式

$$F_u = F \times L_f \times S_u / (L_u \times S_u - \alpha \times L_s \times S_s)$$

で表される大きさとなる。上式より、 $\alpha$ が大きいと倍率が大きくなることがわかる。

【0022】本実施形態においては、前述のように、補助加圧室100の液圧が、加圧室30の液圧 $P_u$ と踏力Fとが、図3のグラフで表される関係(マスタ加圧特性)を有するように制御される。踏力Fが小さい場合はブレーキの効きがよくなるように、すなわち、踏力Fの1/2次関数または2/3次関数で表される関係を有するように制御される。これにより、ジャンピング効果を楽しむことができる。また、踏力Fが通常の大きさ以上の範囲においては、二次関数で表される関係を有するように制御される。踏力Fがそれほど大きくない範囲内にある場合においては、運転者による制御性を向上させるために、踏力変化量に対するブレーキ力変化量が小さい(ブレーキ感度が低い)方が望ましく、踏力Fが大きい場合には、ブレーキ力が大きく、ブレーキ感度が高い方が望ましいのである。容積制御室118の液圧は、加圧室30の液圧 $P_u$ とストロークSとが、図4のグラフで表される関係(マスタ加圧特性)を有するように制御される。ストロークが小さい場合は運転者による制御性を向上させ、ストロークが大きい場合はストロークの増加量に対するブレーキ力の増加量が大きいことが望ましいため、ストロークと液圧 $P_u$ との関係が二次関数で表される関係になるように制御されるのである。ストロークは、ストロークセンサ150によって検出される。

【0023】また、マスタシリンダ液圧 $P_u$ と踏力Fとの関係、ストロークSとの関係の両方をそれぞれ制御すれば、マスタシリンダ液圧 $P_u$ と仕事率(効率)との関係や剛性との関係を制御することも可能である。簡単のため、補助加圧室100の液圧が、加圧室の液圧 $P_u$ と踏力Fとが、式

$$P_u = k \times F^2$$

で表される関係を有するように制御され、容積制御室118の液圧が加圧室の液圧 $P_u$ とストロークSとが、式

$$P_u = k' \times S^2$$

で表される関係を有するように制御された場合について説明する。ここで、 $k$ 、 $k'$ は定数であるが、補助加圧室100の液圧の制御により、自由に変更し得る値である。この場合には、仕事率( $dP_u / (F \times dS + S \times dF)$ )は、図5のグラフで表されるように一定値 $\sqrt{k k'}$ となり、剛性( $dF / dS$ )も、グラフの図示は省略するが、一定値 $\sqrt{k' / k}$ となる。このように制御すれば、仕事率が一定に保たれるため、運転者

の仕事増加量（操作増加量）に対するブレーキ力の増加量が一定とされ、一定したブレーキ効き感が得られる。また、剛性も一定に保たれるため、運転者の感じるブレーキの堅さも一定に保たれる。さらに、定数  $k$ ,  $k'$  の大きさを変更すれば、これら一定値  $\sqrt{(k k')}$ ,  $\sqrt{(k'/k)}$  の大きさを変更することができ、全体のブレーキ効き感を変更することもできる。

【0024】それに対して、マスタシリンダ液圧  $P_M$  と踏力  $F$  とが、式

$$P_M = k \times F^{2/3}$$

で表される関係を有するように、マスタシリンダ液圧  $P_M$  とストローク  $S$  とが、式

$$P_M = k' \times S^2$$

で表される関係を有するように制御された場合には、仕事率は、液圧  $P_M$  の関数  $\{\sqrt{(k^3 k')}/2 P_M\}$  となり、剛性は、図 6 に示すように、液圧  $P_M$  の一次関数  $\{3\sqrt{(k'/k^3)} \times P_M\}$  となる。このように制御すれば、ブレーキ力が小さい場合は大きい場合より仕事率が大きくなるため、操作増加量に対するブレーキ力の増加量が大きく、ブレーキの効きが良いと感じられることになる。また、剛性がブレーキ力の増加に伴って大きくなるため、ブレーキが堅く感じられるようになる。

【0025】また、マスタシリンダ液圧  $P_M$  と踏力  $F$  との関係、マスタシリンダ液圧  $P_M$  とストローク  $S$  との関係が、それぞれ、一般的な二次関数

$$P_M = k(F-a)^2 + b$$

$$P_M = k'(S-c)^2 + d$$

で表される関係となるように制御された場合について説明する。ここで、 $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  は定数であるが、補助加圧室 100 の液圧の制御により自由に変更し得る値である。この場合に、剛性 ( $dF/dS$ ) は、

$$dF/dS = \sqrt{\{k' (P_M - d)/k (P_M - b)\}}$$

となる。この式において、定数  $b=d$  とすれば、式の値が一定値  $\sqrt{(k'/k)}$  となることがわかる。また、仕事率  $\{dP_M / (F \times dS + S \times dF)\}$  は、 $\sqrt{(P_M - b)}$  を  $X$  とし、 $\sqrt{(P_M - d)}$  を  $Y$  とした場合、式

$$\text{仕事率} = 2\sqrt{(k k')} XY / (X^2 + Y^2 + a\sqrt{k} X + c\sqrt{k'} Y)$$

となる。ここで、定数  $a$ ,  $c$  を 0 とし、かつ、 $X=Y$  ( $b=d$ ) とすれば、式の値は一定値  $\sqrt{(k k')}$  となる。また、定数  $a$ ,  $c$ ,  $d$  を 0 とすれば、 $2\sqrt{(k k')} \sqrt{\{P_M (P_M - b)\}} / (2P_M - b)$  となる。

【0026】同様に、マスタシリンダ液圧  $P_M$  と踏力  $F$  との関係、マスタシリンダ液圧  $P_M$  とストローク  $S$  との関係が、式

$$P_M = k(F-a)^{2/3}$$

$$P_M = k'(S-c)^2 + d$$

で表されるように、一般的な 2/3 次関数、二次関数で表される関係になるように制御された場合には、剛性 ( $dF/dS$ ) は、

$$dF/dS = 3\sqrt{(k'/k^3)} \times \sqrt{\{P_M (P_M - d)\}}$$

となる。この式をテイラ展開すると、式

$$dF/dS \approx 3\sqrt{(k'/k^3)} \times (P_M - d/2)$$

となり、マスタシリンダ液圧  $P_M$  の一次関数になる。定数  $d$  を 0 とした場合にも、液圧  $P_M$  の一次関数になることが明らかである。ブレーキ力が大きくなると、剛性が大きくなる。また、仕事率  $\{dP_M / (F \times dS + S \times dF)\}$  は、 $\sqrt{(P_M - d)}$  を  $M$  とし、 $\sqrt{P_M}$  を  $N$  とした場合に、式

10  $2k\sqrt{(k k')} M / (N^3 + a k^{3/2} + 3c\sqrt{k'} M N + 3M^2 N)$

で表される。ここで、定数  $c$ ,  $d$  を 0 とすれば、仕事率は、

$$2k\sqrt{(k k')} / (4P_M + a k^{3/2} / \sqrt{P_M})$$

【0027】なお、補助加圧室 100 の液圧制御、容積制御室 118 の液圧制御は、上述の場合に限らず、他の態様で行うこともできる。例えば、踏力  $F$  と液圧  $P_M$  との関係、ストローク  $S$  と液圧  $P_M$  との関係を、全領域において同じにしなくても、複数の領域に分けて、それぞれの領域において異なる関係を有するように制御することもできる。また、踏力、ストロークに加えて、車速やブレーキペダル 10 の踏込速度を考慮することもできる。図 9 のグラフで表されるように、車速が大きい場合にブレーキ力がさらに大きくなるように制御することもできる。図に示す破線は、踏力との関係に基づいて制御された液圧  $P_M$  (図 3 のグラフで表される関係に基づいて制御された液圧  $P_M$ ) を表している。車速が大きい場合にブレーキ力を大きくすることができ、車両を良好に停止させることができる。車速は、制動中の車速であっても、制動開始時の車速であってもよい。さらに、図 10 のグラフで表されるように、ブレーキペダル 10 の踏込速度が大きい場合にブレーキ力がさらに大きくなるように制御することができる。踏込速度が大きい場合は、緊急度が高く、運転者が早急に車両を停止させることを望んでいるからである。踏込速度は、踏力センサ 148 の出力信号の変化速度に基づいて取得することができるが、補助加圧室 100 の液圧  $P_M$  が一定の場合におけるマスタシリンダ液圧の変化速度に基づいて取得することもできる。また、ストロークセンサ 150 の出力信号の変化速度に基づいて取得することもできるが、この場合には、容積制御室 118 の液圧が一定に保たれていることが望ましい。

【0028】また、補助加圧室 100、容積制御室 118 の液圧制御は、路面の摩擦係数  $\mu$ 、作動液の粘度等に基づいて行うこともできる。例えば、摩擦係数  $\mu$  が小さい場合は大きい場合より、ブレーキ感度を低くしたり、補助駆動力を小さくしたりすることができ、粘度が高い場合は低い場合より、伝達遅れを考慮して補助駆動力を

大きめにしてマスタシリンダ液圧を高めに行うことができる。さらに、補助加圧室 100 と容積制御室 118 との両方の液圧制御を行うことは不可欠ではなく、補助加圧室 100 の液圧制御のみでも、容積制御室 118 の液圧制御のみでもよい。なお、ブレーキペダル 10 の踏み込みが解除された場合には、補助加圧室 100 の作動液は、減圧制御弁 75 を経てリザーバ 76 に戻される。減圧制御弁 75 は、ブレーキペダル 10 の踏み込みが解除された後、予め定められた設定時間だけ連通状態に保たれる。

【0029】また、駆動力補助装置 81 を自動ブレーキとして作動させることもできる。すなわち、接近センサ等を搭載し、接近センサにより車両の前方の衝突危険範囲内に人、物等が存在することが検出された場合に、補助加圧室 100 の液圧を高くして、ブレーキペダル 10 が踏み込まれていなくても、ブレーキを作動させるのである。補助加圧室 100 の液圧により、ブレーキペダル 10 を増圧方向へ回動させるとともに加圧ピストン 34 を前進させ、運転者がブレーキペダル 10 を踏み込まなくても、加圧室 30、32 に液圧を発生させ、ブレーキ力を発生させることができる。

【0030】それに対して、車輪の制動スリップ状態が路面の摩擦係数に対して過大になると、アンチロック制御が行われる。各ホイールシリンダ 22～28 がマスタシリンダ 12 に連通させられた状態で、各車輪 14～20 の制動スリップ状態がそれぞれ適正状態に保たれるように、電磁開閉弁 44、48 が制御される。本実施形態においては、アンチロック制御中には、補助加圧室 100 の液圧が予め定められた一定の低めの値に制御される。補助駆動力を一定の値に保てば、アンチロック制御への影響を小さくすることができる。

【0031】次に、駆動力補助装置 81 に異常が生じた場合について説明する。前述のように、駆動力補助装置 81 に第 1 異常が生じた場合には、電磁開閉弁 108 が連通状態に戻され、増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 へ電流が供給されなくなる。補助加圧室 100 はアキュムレータ 72 からマスタリザーバ 76 から遮断される一方加圧室 32 に連通させられる。ブレーキペダル 10 が踏み込まれると、補助加圧室 100 には、加圧室 32 から作動液が供給され、それにより、補助ピストン 92 が移動させられる。ブレーキペダル 10 の踏み込みが緩められた場合には、補助加圧室 100 の作動液は加圧室 32 に戻され、マスタリザーバ 76 に戻される。補助加圧室 100 が加圧室 32 に連通させられない場合には、補助加圧室 100 における作動液の流出・流入が阻止され、補助ピストン 92 の移動が阻止されて、ブレーキペダル 10 の操作が不可能になるおそれがあるが、本実施形態においては、加圧室 32 との間で作動液の流出・流入が許容されるため、ブレーキペダル 10 が操作不能になることが回避される。

【0032】電磁開閉弁 108 が連通状態に切り換えられ、補助加圧室 100 が加圧室 32 に連通させられると、補助加圧室 100 と加圧室 32 とで液圧は同じ高さとなり、その液圧  $P_{10}$  は、式

$$P_{10} = F \times L_1 / (L_{10} \times S_{10} - L_1 \times S_1)$$

で表される大きさとなる。ここで、本実施形態においては、前述のように、 $L_{10} \times S_{10} > L_1 \times S_1$  の関係が成立するようにされているため、液圧  $P_{10}$  が負の値になることが回避される。すなわち、加圧室 32 と補助加圧室 100 とを連通させると、加圧室 32 から補助加圧室 100 に作動液が流出させられることになるが、それによって加圧室 32 の圧力が負の値になり、ホイールシリンダ 26、28 から作動液が逆流することはないのであり、ホイールシリンダ 26、28 への作動液の供給が支障なく行われる。

【0033】さらに、補助駆動力が 0 の場合における加圧室 32 の液圧  $P_{32}$  は、式

$$P_{32} = F \times L_1 / (L_{10} \times S_{10})$$

で表される大きさとなる。そこで、加圧室 32 と補助加圧室 100 とが連通させられた場合の加圧室の液圧  $P_{32}$  を、上述の液圧  $P_{10}$  を用いると、式

$$P_{32} = P_{10} \times L_{10} \times S_{10} / (L_{10} \times S_{10} - L_1 \times S_1)$$

で表される大きさとなる。このように、電磁開閉弁 108 を連通状態にした場合における液圧  $P_{32}$  の補助駆動力が 0 の場合の液圧  $P_{10}$  に対する比率は、

$$P_{32} / P_{10} = 1 / \{1 - (L_1 \times S_1 / L_{10} \times S_{10})\}$$

となる。上述のように、 $(L_1 \times S_1 / L_{10} \times S_{10})$  が 1 より小さいため、この比率は 1 より大きくなることが明らかである。駆動力補助装置 81 の異常時に、加圧室 32 と補助加圧室 100 とを連通させれば、補助駆動力が 0 の場合よりブレーキ力を大きくすることができるのである。それに対して、電磁開閉弁 62 は連通状態に保たれ、容積制御室 118 の液圧が保持される。電気系統の異常により、増圧制御弁 122、減圧制御弁 124 への供給電流も 0 にされ、ストロークの制御は行われないことになる。

【0034】補助駆動装置 81 に第 2 異常が生じた場合には、電磁開閉弁 62 は遮断状態に切り換えられる。また、増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 への供給電流が 0 とされ、電磁開閉弁 108 は上述の場合と同様に連通状態に切り換えられる。容積可変室 116 をマスタシリンダ 12 から遮断した状態で、容積制御室 118 の液圧の制御により、容積可変室 116 の液圧を加圧室 30 の液圧より大きくすることが可能なのであり、ホイールシリンダ 22、24 の液圧をマスタシリンダ 12 の液圧より大きくすることができる。ストローク制御用シリンダ 64 は、増圧装置の機能も備えたものである。また、電磁開閉弁 62 は、例えば、補助ピストン 92 が移動不

能になる等補助シリンダ78に異常が生じた場合に、遮断状態に切り換えられるようにすることもでき、同様に、ホイールシリンダ22, 24の液圧を大きくすることができる。このことは、例えば、踏力が設定値より大きいにも係わらず、マスタ液圧や補助液圧が設定液圧より小さいこと等により検出することができる。この場合には、電磁開閉弁108は遮断状態に保つことが望ましく、加圧室32の作動液の補助加圧室100への流出を抑制し得る。

【0035】以上のように、本実施形態においては、補助加圧室100の液圧が電氣的に制御されるため、補助駆動力を電氣的に制御することができ、マスタシリンダ液圧を踏力に単純に比例した大きさと異なる大きさに制御することもできる。マスタシリンダ液圧と踏力との関係を自由に変更することができるのである。また、ストローク制御装置128が設けられており、そのストローク制御用シリンダ64の容積制御室118の液圧も電氣的に制御されるようにされているため、マスタシリンダ液圧とストロークとの関係も自由に制御することができる。さらに、ストローク制御装置128を増圧装置として機能させることができるため、構造を複雑にすることなく、異常時に大きなブレーキ力を得ることが可能となる。アキュムレータ72から高圧の作動液が供給可能な状態にあれば、増圧制御弁74、減圧制御弁75等が異常であっても、電磁開閉弁62を遮断状態に切り換えることによって、ホイールシリンダ22, 24の液圧を大きくすることができる。また、補助駆動力制御装置109に異常が生じた場合に、電磁開閉弁108が連通状態に切り換えられるため、踏力を倍力することができるという利点がある。

【0036】本実施形態においては、液圧制御装置80の、増圧制御弁74、減圧制御弁75を制御する部分等により制御弁装置制御装置が構成され、電磁開閉弁108等により異常時マスタ連通装置が構成される。また、ストローク制御装置128によってストロークが制御されれば、マスタシリンダ12の加圧特性が制御されることになるため、ストローク制御装置128はマスタ加圧特性制御装置の一態様である。同様に、マスタ加圧特性は、駆動力補助装置81における補助駆動力の制御によっても制御されるため、補助駆動力制御装置109を含む駆動力補助装置81もマスタ加圧特性制御装置の一態様である。本実施形態においては、ストローク制御装置128と駆動力補助装置81との両方における制御によってマスタシリンダ12の加圧特性が制御されるようにされているため、これらストローク制御装置128と駆動力補助装置81とによってマスタ加圧特性制御装置が構成されることができ、上述のように、これらのうちのいずれか一方における制御によってもマスタ加圧特性を制御することが可能であるため、各々がマスタ加圧特性制御装置を構成すると考えることもできる

のである。そして、ストローク制御装置128のうち、液圧制御装置80の容積制御室118の液圧を制御する部分等により作動液授受量制御装置が構成され、異常時マスタ加圧室遮断装置が、電磁開閉弁62および液圧制御装置80のうちの電磁開閉弁62を制御する部分等により構成される。

【0037】なお、上記実施形態においては、補助加圧室100の液圧、容積制御室118の液圧が、踏力、ストロークとマスタシリンダ液圧とが、図3, 4のグラフで表される関係を有するように制御されたが、踏力、ストロークに応じた減速度が得られるように制御することもできる。この場合には、減速度センサが設けられる。ホイールシリンダ液圧センサを設ければ、ホイールシリンダ液圧との関係に基づいて制御することもできる。また、上記実施形態においては、ブレーキペダル10が踏み込まれていない場合には、ストローク制御用シリンダ64の容積制御室118の液圧が、制御用ピストン114を中立位置において静止させ得る大きさに保たれていた。すなわち、リターンスプリング126の付勢力と釣り合う大きさに保たれていたが、容積制御室118に、制御用ピストン114の中立位置においてリターンスプリング126の付勢力とつり合う付勢力を有するスプリングを配設すれば、ブレーキペダル10が踏み込まれていない場合に、容積制御室118の液圧を大気圧まで低下させることができる。ブレーキペダル10の踏み込みが解除された場合に予め定められた設定時間の間、減圧制御弁124のソレノイドへの励磁電流を最大として、容積制御室118の作動液をマスタリザーバ78に戻しておくのであり、ブレーキペダル10の踏み込みが解除された後に、容積制御室118の液圧を制御する必要がなくなるという利点がある。

【0038】さらに、液圧ブレーキ装置の構造は、上記実施形態におけるものに限らず、他の構造とすることもできる。その一例を図12に示す。この液圧ブレーキ装置においては、ストローク制御用シリンダ64の容積可変室116が液通路165を介して加圧室30に接続されるとともに、液通路166を介して液通路36に接続されている。液通路165には常開弁である電磁開閉弁168が設けられている。第2異常が生じた場合には、電磁開閉弁168が遮断状態に切り換えられ、容積可変室116と加圧室30とが遮断される。容積可変室116の液圧が加圧室30より高くされて、作動液が液通路166, 36を経てホイールシリンダ22, 24に供給される。

【0039】また、ストローク制御用シリンダを、図13に示す構造のものとすることもできる。ストローク制御用シリンダ170は、シリンダ本体172と、本体172に摺動可能に設けられたストローク制御用ピストン174とを含むものである。シリンダ本体172の内部には小径部175と大径部176とを有する段付き穴が

形成され、小径部 174 には小径ピストン 180 が摺動可能に配設され、大径部 176 には大径ピストン 182 が摺動可能に配設され、これら小径ピストン 180 と大径ピストン 182 とが連結ロッド 184 によって連結され、一体的に移動可能とされている。小径ピストン 180、大径ピストン 182、連結ロッド 184 等によってストローク制御用ピストン 174 が構成されるのである。小径部 175 の小径ピストン 180 の加圧室 30 側の液室が容積可変室 188 であり、小径ピストン 180 と大径ピストン 182 との間の液室が容積制御室 190 である。容積制御室 190 には、上記実施形態における場合と同様に、増圧制御弁 122、減圧制御弁 124 を介してアキュムレータ 72、マスタリザーバ 76 が接続されている。また、大径部 176 の大径ピストン 182 に対する容積制御室 190 の反対側の室は大気に連通させられるとともに、スプリング 192 が配設されている。スプリング 192 は、ストローク制御用ピストン 174 を容積可変室 188 の容積を減少させる方向に付勢するものである。

【0040】ブレーキペダル 10 が踏み込まれていない場合には、制御用ピストン 174 が中立位置に静止させられている。容積制御室 190 の液圧が、制御用ピストン 174 が中立位置にある状態において、スプリング 192 の付勢力とつり合う大きさに保たれるのである。この制御用ピストン 174 が中立位置にある状態から、容積制御室 190 の液圧を高くすれば、制御用ピストン 174 は図の左方へ移動させられ、容積可変室 188 の容積が大きくなり、加圧室 30 から作動液が取り去られる。容積制御室 190 の液圧を低くすれば、制御用ピストン 174 は右方へ移動させられ、容積可変室 188 の容積が小さくなり、加圧室 30 に作動液が供給されることになる。このように、容積制御室 190 の液圧の制御により、容積可変室 188 の容積が制御され、加圧室 30 との間の作動液の授受量が制御されるのである。前述のように、本実施形態においては、スプリング 192 が制御用ピストン 174 を容積可変室 188 の容積を減少させる方向の付勢力を付与する状態で設けられているため、容積制御室 190 の液圧が低くなった場合には、制御用ピストン 174 は、右方へ移動させられることになる。そのため、ポンプ 70、アキュムレータ 72、増圧制御弁 122、減圧制御弁 124 の異常等により、容積制御室 190 の液圧が低くなっても、ブレーキペダル 10 の操作ストロークが大きくなることを回避することができる。

【0041】さらに、ストローク制御装置 128、電磁開閉弁 62 は不可欠ではない。ストローク制御装置 128 等が設けられていなくても、踏力とマスタシリンダ液圧との関係であるマスタ加圧特性を自由に制御することが可能となる。逆に、駆動力補助装置 81 が設けられていなくても、マスタ加圧特性を制御することが可能であ

る。また、補助加圧室 100 と加圧室 32 との間の電磁開閉弁 108 も不可欠ではなく、図 14 に示す液圧ブレーキ装置においては、電磁開閉弁 108 に代わって、マスタリザーバ 76 と補助加圧室 100 との間に電磁開閉弁 210 が設けられている。電磁開閉弁 210 は、常開弁であるが、駆動力補助装置 81 が正常な場合には遮断状態に保たれ、補助加圧室 100 の液圧が、増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 の制御により制御される。第 1 異常が生じた場合には、電磁開閉弁 210 のソレノイドへの励磁電流が 0 にされることにより、連通状態にされる。補助加圧室 100 がマスタリザーバ 76 に連通させられるため、ブレーキペダル 10 の踏込みに伴い補助加圧室 100 にマスタリザーバ 76 から作動液が供給されることになり、補助ピストン 92 がブレーキペダル 10 の操作に応じて移動が可能となる。ブレーキペダル 10 の踏込みが解除されれば、補助加圧室 100 の作動液は、電磁開閉弁 210 を経てマスタリザーバ 76 に戻される。本実施形態においては、補助駆動力は 0 であるため、マスタシリンダ 12 の加圧室 30、32 には、踏力に応じた液圧が発生させられることになる。

【0042】さらに、補助シリンダ 78 とマスタシリンダ 12 とは直列に、かつ、一体的に設けてもよい。このようにすれば、部品点数を減らすことができるという利点がある。図 15 に示すように、マスタシリンダ 12 内のブレーキペダル 10 に連携させられた加圧ピストン 220 の前方（図の左方）の室が加圧室 222 とされ、後方（図の右方のブレーキペダル側）の室が補助加圧室 224 とされる。補助加圧室 224 には、上述の実施形態における場合と同様に、アキュムレータ 72 が増圧制御弁 74 を介して接続されるとともに、マスタリザーバ 76 が減圧制御弁 75 を介して接続される。補助加圧室 224 の液圧を高くすれば、加圧ピストン 220 に加えられる力を大きくすることができる。符号 225 は、加圧ピストン 220 の後退端を規定するストッパである。

【0043】この場合には、図 16 に示すように、ブレーキペダル 10 の加圧ピストン 220 が連携させられている位置と補助ピストンが連携させられている位置とが同じになるため、これらの支点 96 からの距離が同じになる ( $L_v = L_s$ )。また、補助ピストンの受圧面積  $S_s$  は、加圧ピストンの受圧面積  $S_v$  からピストンロッドの断面積  $S_0$  を引いた大きさとなる ( $S_s = S_v - S_0$ )。したがって、マスタシリンダ液圧  $P_v$  は、式  $P_v = F \times L_f / (L_v \times S_v) + P_s \times (S_v - S_0) / S_v$

となる。なお、補助シリンダ 78 とマスタシリンダ 12 とは直列に、かつ、別体に設けてもよい。

【0044】また、液圧ブレーキ装置の構造を、図 17 に示す構造のものとすることもできる。この液圧ブレーキ装置においては、補助加圧室 100 とマスタリザーバ 76 との間に逆止弁 230 が設けられている。逆止弁 2



30 は、マスタリザーバ 76 から補助加圧室 100 へ向かう方向の作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止するものである。第 1 異常が生じた場合には、電磁開閉弁 108 が連通状態にされるため、補助加圧室 100 と加圧室 32 とは連通させられることになるが、電磁開閉弁 108 における異常（異物の混入等）により、遮断状態に保たれたままの場合（連通状態に切り換えられない場合）がある。その場合には、補助加圧室 100 がアキュムレータ 72 からも、マスタリザーバ 76 からも遮断され、作動液の流出・流入が阻止されることになる。それを回避するために、逆止弁 230 を設けたのである。ブレーキペダル 10 が操作されれば、それに伴って補助加圧室 100 にマスタリザーバ 76 から逆止弁 230 を経て作動液が供給され、ブレーキペダル 10 の操作が許容される。また、この場合には、減圧制御弁 75 のスプリング 104 の付勢力が非常に小さいものとされているため、減圧制御弁 75 のコイル 102 に電流が供給されなくても、ブレーキペダル 10 の踏み込みが解除された場合には、補助加圧室 100 から減圧制御弁 75 を経て作動液をマスタリザーバ 76 に戻すことが可能となる。

【0045】さらに、電磁開閉弁 108 を、アキュムレータ 72 の液圧が、異常が生じたとみなし得る異常検出設定液圧より低下した場合に、遮断状態から連通状態に機械的に切り換えられるパイロット式の切換弁としたり、電磁開閉弁 108 と直列に連通制限装置を設けたりすることもできる。その一例を図 18 に示す。この実施形態は、請求項 1～3, 6, 8 に記載の発明に共通の一実施形態でもある。補助加圧室 100 と加圧室 32 とを接続する液通路 240 には、上述のパイロット式の切換弁 242 と、連通制限装置 244 とが直列に設けられている。連通制限装置 244 は、補助加圧室 100 から加圧室 32 への作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁 246 と、加圧室 32 の液圧が補助加圧室 100 の液圧より設定圧 P1 以上大きくなった場合に、加圧室 32 から補助加圧室 100 への作動液の流れを許容する差圧開閉弁 248 と、オリフィス 250 とを含むものであり、オリフィス 250 は、差圧開閉弁 248 と直列に設けられ、これらオリフィス 250 および差圧開閉弁 248 が、逆止弁 246 と並列に設けられている。

【0046】アキュムレータ 72 の液圧が異常検出設定液圧より低下すると切換弁 242 が連通状態に切り換えられるが、加圧室 32 の液圧と補助加圧室 100 の液圧との差が設定圧 P1 より小さい場合には、これらの間は遮断状態に保たれる。補助加圧室 100 には、ブレーキペダル 10 の操作に伴って、マスタリザーバ 76 から逆止弁 230 を経て作動液が供給されるため、補助ピストン 92 の移動は許容される。ブレーキ操作力の増加により、加圧室 32 の液圧が補助加圧室 100 の液圧より設定圧 P1 以上大きくなると、加圧室 32 の作動液が差圧

開閉弁 248 を経て補助加圧室 100 に供給され、前述のように、ブレーキ操作力が倍力されることになる。

【0047】補助加圧室 100 と加圧室 32 とが連通させられると、ストロークが大きくなるが、本実施形態においては、切換弁 242 が連通状態に切り換えられると直ちに加圧室 32 から補助加圧室 100 へ作動液が供給されるわけではないため、その分、ストロークの増加を抑制することができる。ストロークとマスタシリンダ液圧との関係は、図 19 に示すように、加圧室 32 と補助加圧室 100 とが遮断されている場合には、一点鎖線に従って変化させられ、これらが連通させられている場合には、破線に従って変化させられる。本実施形態においては、差圧開閉弁 248 が遮断状態にある場合には、一点鎖線に従って変化させられ、連通状態に切り換えられると、その時点から、破線と同じ勾配で変化させられることになるのであり、実線に従って変化させられることになる。また、オリフィス 250 が設けられているため、ブレーキペダル 10 の踏み込み速度が大きい場合に、ブレーキの効き遅れを小さくすることができる。踏み込み速度が大きい場合には、差圧開閉弁 248 が早急に開かれるが、その場合におけるマスタ加圧室 32 から補助加圧室 100 への作動液の流れがオリフィス 250 によって制限されるからである。ブレーキペダル 10 の踏み込みが解除された場合には、加圧室 32 の作動液はマスタリザーバ 76 に戻され、補助加圧室 100 の作動液は、切換弁 242、逆止弁 246、加圧室 32 を経てマスタリザーバ 76 に戻される。

【0048】なお、上記差圧開閉弁 248 を、増圧制御弁 74 と同様の構造の開閉弁を制御可能な電磁制御弁とすることもできる。この場合には、図 19 における折れ点 (P1) を変更することが可能となる。また、連通制限装置を設ける代わりに、切換弁 242 を、アキュムレータ圧が異常検出設定液圧より小さく、かつ、加圧室 32 の液圧が補助加圧室 100 の液圧より設定圧以上大きくなった場合に連通状態に切り換えられるメカ式あるいは電磁式の切換弁とすることもできる。この場合には、補助加圧室 100 と液圧室 32 とが連通状態に切り換えられた後には、破線に沿って変化させられることになる。さらに、オリフィス 250 は不可欠ではなく、その場合にも、ストロークの増大を抑制することができる。また、ストローク制御装置 128 と駆動力補助装置 81 とにおいて、ポンプ、アキュムレータがそれぞれ専用に設けられていれば、補助加圧室 100 と液圧室 32 とが連通状態に切り換えられた場合に、ストローク制御装置 128 による制御により、ストロークを小さくすることもできる。

【0049】さらに、ストローク制御装置 128 と駆動力補助装置 81 との少なくとも一方を電動モータを含むものとしてもよい。図 20 に示すように、ブレーキペダル 10 に連携させられた補助ロッド 260 には、電動モ

ータ262が、回転運動を直線運動に変換可能な運動変換装置264を介して接続され、ストローク制御用ピストン266には、電動モータ268が同様に運動変換装置269を介して接続される。電動モータ262、268は、モータ制御装置270に駆動回路272、274を介して接続され、これらの作動状態が制御される。電動モータ262の作動状態の制御により補助ロッド260に加わる補助電気駆動力が制御され、電動モータ268の作動状態の制御により、容積可変室116の容積が制御される。本実施形態によれば、ポンプ70、アクチュムレータ72、増圧制御弁74、122、減圧制御弁75、124等が不要になるため、その分、省スペースを図ることができる。電動モータ262等に異常が生じた場合に、電磁開閉弁62を遮断状態に切り換えれば、容積可変室116の容積を小さくすることによってホイールシリンダ22、24の液圧を大きくすることができる。さらに、電動モータの代わりに、積層圧電素子を含む電動アクチュエータとすることもできる。この場合には、運動変換装置が不要となる。積層圧電素子による作動力を補助ロッド260、ストローク制御用ピストン266に伝達する運動伝達装置が設けられることもある。

【0050】また、電磁開閉弁62は、マスタシリンダ12の加圧室30に液圧が発生させられなくなった場合に遮断状態に切り換えられるようにすることもできる。例えば、マスタ圧センサ156によって検出されたマスタ液圧が設定液圧より小さい場合に、マスタシリンダ12に失陥が生じたとし、遮断状態に切り換えるのである。さらに、補助ピストン92、加圧ピストン34の両ピストンロッド95、98がブレーキペダル10に、長手方向に相対移動可能に係合させられることは不可欠ではない。ピストンロッド95、98が、それぞれ補助ピストン92、加圧ピストン34に相対回動可能に係合させられていれば、両ピストンロッド95、98がブレーキペダル10に相対回動可能に係合させられていればよいのである。

【0051】また、駆動力補助装置81を利用してトラクション制御、ビークルスタビリティ制御等の旋回制御等を行うことも可能である。トラクション制御、旋回制御において、制御対象輪でない車輪については、電磁開閉弁44を閉状態とすれば、その車輪のホイールシリンダには作動液が供給されないことになる。

【0052】次に、請求項1～3、7～11に共通の一実施形態である液圧ブレーキ装置について説明する。図21に示すように、本実施形態における液圧ブレーキ装置においては、マスタシリンダと補助シリンダとが一体的に、かつ、直列に設けられている。また、後輪14、16が駆動輪で、前輪18、20が従動輪である後輪駆動車に搭載されたものである。マスタシリンダ300には2つの加圧室302、304が形成されており、一方の第1加圧室302には、液通路306を介して前輪1

8、20のホイールシリンダ26、28が接続され、他方の第2加圧室304には、液通路308を介して後輪14、16のホイールシリンダ22、24が接続されている。液通路306、308の途中には、上記実施形態における場合と同様に、電磁開閉弁44が設けられる一方、ホイールシリンダ22、24とリザーバ76とを接続する液通路310の途中には、常開の電磁開閉弁312が設けられ、ホイールシリンダ26、28とリザーバ76とを接続する液通路314には、常閉の電磁開閉弁316が設けられている。

【0053】これら電磁開閉弁312、316は、ホイールシリンダ液圧を増圧させる場合に閉状態に切り換えられ、減圧する場合に開状態に切り換えられるが、ブレーキペダル10の操作が解除された場合にも開状態に切り換えられ、ホイールシリンダ22、24、26、28の作動液がリザーバ76に戻されるようにされている。常閉弁である電磁開閉弁316は、ホイールシリンダ26、28の作動液をリザーバ76に完全に戻し得ると推定される設定時間だけ開状態に保たれた後、閉状態に戻される。電磁開閉弁312、316のソレノイドには、液圧制御装置80と非常用制御装置318との両方が、それぞれ駆動回路を介して接続されており、駆動力補助装置81が正常な場合には、液圧制御装置80の指令に基づいて制御されるが、電気系統に異常が生じた場合等液圧制御装置80に異常が生じた場合には、非常用制御装置318の指令に基づいて制御される。これによって、電気系統に異常が生じた場合等にも、ブレーキを正常に作動させることが可能となる。

【0054】マスタシリンダ300は、本体320に対して相対移動可能に設けられた第1加圧ピストン322と、本体320および第1加圧ピストン322に対して相対移動可能に設けられた第2加圧ピストン324とを含むものである。第1加圧ピストン322は、ブレーキペダル10に連携させられ、ブレーキペダル10の操作に伴って移動させられる。また、第2加圧ピストン324によって、本体320の内部が前述の2つの第1、第2加圧室302、304に仕切られる。第2加圧ピストン324は、2つの円筒状のピストン330、332を含むものであり、これらの底面同士が対向した状態で配設されている。前方に位置する円筒状ピストン330は、仕切り部としての機能を有しており、前方第2加圧ピストンと称する。後方に位置する円筒状ピストン332は後方第2加圧ピストンと称する。前方第2加圧ピストン330は、その外周面が本体320に形成された環状凸部334に対して、液密かつ摺動可能な状態で配設されており、後方第2加圧ピストン332は、その筒部の外周面の隔たった位置に設けられた2つの環状凸部336、337において、本体320の内周面に液密かつ摺動可能な状態で配設されている。

【0055】前方第2加圧ピストン330の前方の液圧

室が前述の第2加圧室304であり、第2加圧室304には、前方第2加圧ピストン330を後退方向に付勢するスプリング338が設けられている。また、前方第2加圧ピストン332の底部340には、後方第2加圧ピストン322の底部342の一部に設けられた凸部343が当接させられており、これらは一体的に移動可能とされている。後方第2加圧ピストン332においては、筒部の後退側の開口端面346が本体320の後退側端面347に当接することにより、第2加圧ピストン324の後退限度が規定される。後方第2加圧ピストン332の筒部の内周側においては、前記第1加圧ピストン322が液密かつ摺動可能な状態で配設されており、その前方側の室が加圧室348とされる。後方第2加圧ピストン332の底部342にはオリフィス350が形成されており、加圧室348と、本体320の内周面、第2加圧ピストン324の外周面、前記環状凸部334、環状凸部336によって形成される環状室344とが連通させられ、これら液圧室348、環状室344の液圧は同じ大きさとなる。これら液圧室348、環状室344によって第1加圧室302が構成される。

【0056】第1加圧室302の容積（加圧室348の容積）は、第1加圧ピストン322の第2加圧ピストン324に対する相対的な前進に伴って減少させられ、液圧が増圧される。第2加圧室304の容積は、第2加圧ピストン324の前進に伴って減少させられ、液圧が増加させられるが、第1加圧室302の容積は、第2加圧ピストン304の前進に伴って環状室344の容積が減少させられることによって、減少させられる。加圧室348には、第1加圧ピストン322を後退方向に付勢するスプリング352が設けられている。

【0057】第1加圧ピストン322の後退側の室が補助加圧室360であり、液通路361を介して補助駆動力制御装置109に接続されている。第1加圧ピストン322には、補助加圧室360の液圧に応じた補助駆動力が作用し、踏力が倍力される。第1加圧ピストン322は補助ピストンも兼ねているのであり、大径部362の後退側が補助ピストン、大径部362の前進側が加圧ピストンであると考えることができる。液通路361の途中には、常開の電磁開閉弁363が設けられている。電磁開閉弁363は、トラクション制御、旋回制御時に遮断状態に切り換えられ、ブレーキ操作中は連通状態に保たれる。後述するが、トラクション制御、旋回制御時に、補助駆動力制御装置109の作動液が第2加圧室304に供給されて、補助加圧室360に供給されないようにするのである。補助加圧室360には、また、第1加圧ピストン322の後退限度を規定するストッパ364が設けられている。

【0058】前記第1加圧室302と補助加圧室360とは液通路370によって接続されている。液通路370の途中には、電磁開閉弁372と連通制限装置374

とが直列に設けられている。連通制限装置374は、差圧開閉弁376、オリフィス377、逆止弁378を含むものである。電磁開閉弁372は、ソレノイドに電流が供給されない場合に連通状態に保たれる常開弁であるが、ブレーキペダル10が踏み込まれた場合、トラクション制御時や旋回制御時等駆動輪のホイールシリンダ22、24の液圧のみを増圧する場合に閉状態に切り換えられる。駆動力補助装置81に前述の第1異常が生じた場合は、電流が供給されないことにより、閉状態にされる。第1加圧室302の液圧が補助加圧室360の液圧より設定圧以上大きくなると、第1加圧室302の作動液が、差圧開閉弁376、オリフィス377、電磁開閉弁372を経て補助加圧室360に供給される。同様に、補助加圧室360と前記第2加圧室304とは、途中に電磁開閉弁382、連通制限装置384が設けられた液通路380によって接続されている。電磁開閉弁382は、前述のように、ブレーキペダル10が踏み込まれた場合に閉状態に切り換えられるが、トラクション制御時、旋回制御等には閉状態に保たれる。上記電磁開閉弁372が閉状態に、本電磁開閉弁382が開状態にされるのであり、補助駆動力制御装置109によって制御された作動液が、第1加圧室302に供給されないで、電磁開閉弁382、逆止弁386を経て第2加圧室304に供給される。第1異常時には、電磁開閉弁382は閉状態に戻されるため、第2加圧室304の作動液は、差圧開閉弁388、オリフィス389、電磁開閉弁382を経て補助加圧室360に供給される。

【0059】本実施形態においては、ブレーキペダル10の踏力が、踏力センサ390によって検出され、補助加圧室360の液圧が補助液圧センサ392によって検出され、第1加圧室302の液圧がマスタ液圧センサ394によって検出される。踏力センサ390は、踏力が小さい場合に精度よく検出可能なものであるが、踏力が大きくなると精度よく検出できない安価なものである。したがって、踏力センサ390によって検出された検出踏力が予め定められた設定値より大きい場合は、踏力が補助液圧とマスタ液圧とに基づいて推定され、その推定踏力に基づいて制御が行われるようにされている。本実施形態においては、踏力センサ390が、踏力として、第1加圧ピストン322を介してブレーキペダル10に加えられる反力 $F'$ を検出するものである。

【0060】第1加圧ピストン322には、踏力センサ390によって検出された踏力 $F'$ および補助加圧室360の液圧である補助液圧に応じた補助駆動力 $F_s$ と、加圧室348の液圧に応じた液圧作用力 $F_p$ とが作用し、これらの間には、式

$$F' + F_s = F_p$$

で表される関係が成立する。ここで、液圧作用力 $F_p$ は、マスタ液圧センサ394によって検出されるマスタ液圧 $P_p$ に加圧室348の内周側の面積 $S_p$ を乗じた

大きさ  $(P_s \times S_s)$  となる。また、補助駆動力  $F_s$  は、補助液圧センサ392によって検出される補助液圧  $P_s$  に、加圧室348の内周側の面積  $S_s$  から第1加圧ピストン322の小径部の断面積  $S_p$  を引いた面積を乗じた大きさ  $\{P_s \times (S_s - S_p)\}$  となる。したがって、踏力  $F'$  は、式

$$F' = (P_s \times S_s) - \{P_s \times (S_s - S_p)\}$$

に従って推定することができる。

【0061】一方、反力  $F'$  とペダルパッド97に加えられる踏力とには、式

$$F = F' \cdot L_s / L_f$$

で表される関係があるため、上記実施形態における場合と同様に、踏力センサが、ペダルパッド97に加えられる踏力  $F$  を検出するものである場合には、踏力  $F$  は、式  $F = \{(P_s \times S_s) - \{P_s \times (S_s - S_p)\}\} \cdot L_s / L_f$

に従って推定されることになる。前述のように、ブレーキペダル10の回動中心96から第1加圧ピストン322（補助ピストン）の取付け位置までの距離が距離  $L_s$  であり、ペダルパッド97の取付け位置までの距離が距離  $L_f$  である。

【0062】第1加圧室302、第2加圧室304とリザーバ76とは、それぞれ液通路398、399によって接続されている。本実施形態においては、図に示すように、液通路398、399が、それぞれ、リザーバ76に直接接続されるとともに、ポンプ70の吸入口に接続される液通路400も直接リザーバ76に接続されている。リザーバ76の内部が、仕切り部材401a、bによって3つの液室に仕切られ、各々の液室に液通路398、399、400がそれぞれ接続されているのであり、一の系統の異常が他の系統に影響を及ぼさないようにされる。

【0063】液通路398には、第1加圧室302からリザーバ76への作動液の流れを阻止するが、逆向きの流れを許容する2つの逆止弁402a、bが直列に設けられている。これら逆止弁402a、bによって、第1加圧室302からリザーバ76への作動液の流れが阻止されるため、第1加圧ピストン322の前進時に第1加圧室302の液圧を確実に増加させることができる。また、第1加圧室302の容積の増加に伴ってリザーバ76から作動液が供給されるため、第1、第2加圧ピストン322、324の後退時に、第1加圧室302が負圧になることが回避される。さらに、液通路398、逆止弁402a、bを設けることによって、加圧ピストンにプライマリカップを設けたり、インレットバルブを設けたりする必要がなくなる。インレットバルブやプライマリカップを開閉させるための加圧ピストンのストロークが不要となって、マスタシリンダ300の長手方向の長さを短くすることができる。液通路399にも、同様に、2つの逆止弁404a、bが直列に設けられてい

る。

【0064】また、液通路398、399の第1加圧室302、第2加圧室304に対する開口部406、407は、塞がれることがなく、第2加圧ピストン324の本体302に対する相対位置がいずれであっても、開口状態が保たれる。本実施形態においては、前方第2加圧ピストン330の外周面が本体302の環状凸部334に、後方第2加圧ピストン332の環状凸部336、337が本体302の内周面に、それぞれ液密かつ摺動可能な状態で、第2加圧ピストン324が設けられているからである。

【0065】補助駆動力制御装置109において、液通路400と液通路361とを、増圧制御弁74、減圧制御弁75をバイパスして接続する液通路410が設けられ、液通路410の途中に、リザーバ76から補助加圧室360への作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止する2つの逆止弁412、413が設けられている。液通路410により、増圧制御弁74、減圧制御弁75に電流が供給されなくなると閉状態にされた場合においてブレーキペダル10が踏み込まれた場合に、リザーバ76から補助加圧室360への作動液の流入が許容され、補助加圧室360が負圧になることが回避される。

【0066】減圧制御弁75とリザーバ76との間には、電磁開閉弁418が設けられている。電磁開閉弁418は、補助加圧室360の液圧を減圧する場合、すなわち、減圧制御弁75を経て作動液をリザーバ76に戻す場合には、開状態に切り換えられるが、それ以外の場合には、閉状態に保たれる。電磁開閉弁418は、減圧制御弁75における漏れを阻止する一方、減圧制御弁75が開状態にある場合に補助加圧室360からリザーバ76への作動液の流出を許容するものであり、減圧制御弁連動開閉弁と称することができる。電磁開閉弁418は、補助加圧室360と減圧制御弁75との間の、増圧制御弁74の接続部419より減圧制御弁75側に設けることもできる。

【0067】また、液圧制御装置80のROM132には、前述の電動モータ制御プログラム、補助駆動力制御プログラム等に加えて、トラクション制御プログラム、旋回状態検出プログラム、旋回制御プログラム、踏力推定プログラム等が格納されている。入力部には、車輪速センサ140～146、補助液圧センサ392、マスタ液圧センサ394、アクセル開度センサ420、ヨーレイトセンサ422等が接続されている。アクセル開度センサ420によって図示しないアクセルペダルが踏み込まれたことが検出され、ヨーレイトセンサ422、各車輪速センサ140～146によって検出されたヨーレイト、車輪速度等に基づいて旋回状態が検出される。

【0068】以上のように構成された液圧ブレーキ装置において、ブレーキペダル10が踏み込まれると、電磁開閉弁372、382は共に閉状態に切り換えられ、後

輪側の電磁開閉弁312が閉状態に切り換えられる。電磁開閉弁363は、連通状態に保たれる。そして、踏込みに伴って第1加圧ピストン322が後方第2加圧ピストン332に対してスプリング352の付勢力に抗して前進（相対移動）させられる。ブレーキペダル10の踏込み速度がそれほど大きくない場合には、加圧室348の作動液がオリフィス350を経て環状室344に供給される。また、加圧室348の液圧の増加によって、後方第2加圧ピストン332、前方第2加圧ピストン330がスプリング338の付勢力に抗して前進させられる。それによって、環状室344の容積が減少させられ、第1加圧室302の液圧がさらに増加させられる。第1加圧室302の作動液は、ホイールシリンダ26、28に供給される。また、第2加圧室304の液圧も増圧させられ、作動液がホイールシリンダ22、24に供給される。補助加圧室360の液圧は、増圧制御弁74、減圧制御弁75の制御により上記実施形態における場合と同様に制御される。

【0069】ブレーキペダル10の踏込みが解除された場合には、電磁開閉弁312、316が開状態に切り換えられることにより、ホイールシリンダ22～28の作動液がリザーバ76に戻される。後輪側の電磁開閉弁312は開状態に戻され、前輪側の電磁開閉弁316は設定時間だけ開状態に保たれた後、閉状態に戻される。また、補助加圧室360の作動液は、開状態に保たれる減圧制御弁75を経てリザーバ76に戻されたり、開状態に戻された電磁開閉弁372、逆止弁378を経て第1加圧室302に戻されたり、電磁開閉弁382、逆止弁386を経て第2加圧室304に戻されたりする。なお、ブレーキペダル10の後退に伴って第1、第2加圧室302、304の容積が増加させられた場合には、リザーバ76から液通路398、399を経て作動液が供給されるため、負圧になることが回避される。

【0070】また、ブレーキペダル10の操作速度が大きい場合には、加圧室348の容積が急激に減少しようとするが、オリフィス350により加圧室348から液圧室346への作動液の流れが妨げられるため、加圧室348の液圧が大きくなり、環状室346との間に液圧差が生じる。この液圧差により、第2加圧ピストン324が前進させられ、それに伴って第1、第2加圧室302、304の容積が減少させられ、液圧が早急に増加させられ、ホイールシリンダ22～28の液圧を早急に増加させることができる。ブレーキペダル10の操作速度が大きい場合における、ブレーキペダル10の操作初期時におけるブレーキの効き遅れを小さくすることができる。さらに、加圧室348の液圧の増加に伴って踏力センサ390による検出踏力F'が増大させられる。補助加圧室360の液圧が踏力F'に応じた大きさに制御されるため、踏力F'の増大に伴って補助加圧室360の液圧がさらに増圧させられる。それによって、加圧室3

48の液圧が増加させられ、ホイールシリンダの液圧を大きくすることができる。

【0071】駆動輪22、24の駆動スリップ状態が路面の摩擦係数に対して過大になり、トラクション制御開始条件が満たされた場合には、電磁開閉弁382は開状態に保たれるが、電磁開閉弁372、電磁開閉弁363が閉状態に切り換えられる。補助駆動力制御装置109によって制御された作動液は第2加圧室304に供給され、補助加圧室360、第1加圧室302には供給されない。駆動輪のホイールシリンダ22、24の液圧を、ブレーキペダル10が踏み込まれていなくても増圧させることができるのである。ホイールシリンダ22、24の液圧は、駆動輪14、16の駆動スリップ状態が適正状態になるように、電磁開閉弁44、312の制御により制御される。

【0072】この場合には、第2加圧ピストン324は後退端位置にある。そのため、第2加圧室304に高压の作動液を供給しても、第2加圧ピストン324が後退させられることがない。第2加圧室304の液圧を、第1加圧室302の容積が一定の大きさに保たれたまま、増加させることができるのであり、従動輪のホイールシリンダ液圧を増圧させることなく、駆動輪のホイールシリンダの液圧のみを増圧させることができる。しかも、後退端位置にある状態においては、第1加圧ピストン322の前進が許容される状態にあるため、トラクション制御中にブレーキペダル10が踏み込まれた場合には、直ちに、第1加圧室302の液圧を増加させることができ、ブレーキの効き遅れを小さくすることができる。ブレーキペダル10が踏み込まれると、電磁開閉弁363は連通状態に切り換えられ、補助加圧室360に作動液が供給される。また、トラクション制御中にブレーキペダル10が踏み込まれた場合に、電磁開閉弁382を閉状態に切り換えれば、ブレーキペダル10のストロークの増大を抑制することができる。

【0073】車両の旋回状態が予め定められた設定状態を越えた場合には旋回制御（スピン抑制制御、ドリフトアウト抑制制御）が行われる。本実施形態においては、いずれの場合においても、左右駆動輪のホイールシリンダにおいて液圧差を生じるさせることによってスピン状態、ドリフトアウト状態を抑制するヨーモーメントが発生させられる。トラクション制御における場合と同様に、電磁開閉弁372、363が閉状態に切り換えられ、電磁開閉弁382が開状態に保たれる。駆動輪14、16の各ホイールシリンダ22、24の液圧は、電磁開閉弁44、312の制御により別個に制御される。また、緊急時等には、自動ブレーキが作動させられる。電磁開閉弁363、372、382が開状態に切り換えられ、アキュムレータ72の作動液が、補助加圧室360、第1、第2加圧室302、304に供給され、増圧される。

【0074】電気系統の異常時には、各電磁開閉弁等は図示する原位置に戻される。ブレーキペダル10が踏み込まれると、補助加圧室360には、逆止弁412、413を経てリザーバ76の作動液が供給されるため、負圧になることが回避される。また、第1加圧室302の液圧が補助加圧室360の液圧より差圧開閉弁376の開弁圧以上大きくなると、差圧開閉弁376、オリフィス377、電磁開閉弁372を経て作動液が供給され、第2加圧室304の液圧が開弁圧以上大きくなると、差圧開閉弁388、オリフィス389、電磁開閉弁382を経て供給される。これにより、ストロークの増大を抑制しつつ、ブレーキ力を大きくすることができる。また、電磁開閉弁418が開状態にされるため、補助加圧室360の作動液が減圧制御弁75を経て漏れることが回避される。さらに、オリフィス377、389が設けられているため、上記実施形態における場合と同様に、ブレーキ操作速度が大きい場合の効き遅れを小さくすることができる。電気系統の異常時には、電磁開閉弁312、316の制御は非常時制御装置318からの指令に応じて行われるため、ブレーキは正常に作動させられる。

【0075】本実施形態においては、駆動力補助装置81によって第2加圧室増圧装置が構成され、第2加圧ピストン324の端面347、本体320等によって連動容積減少防止装置が構成される。また、補助液圧センサ392、マスタ液圧センサ394および液圧制御装置80のこれらの検出結果に基づいて踏力F'を推定する部分（フローチャートの図示は省略するが、踏力推定プログラムを記憶して実行する部分）等によってブレーキ操作力推定装置が構成される。

【0076】なお、上記実施形態においては、駆動輪としての後輪側の電磁開閉弁312が常開弁とされ、従動輪としての前輪側の電磁開閉弁316が常閉弁とされていたが、逆にしてもよい。この場合には、電磁開閉弁363を設ける必要は必ずしもない。トラクション制御時に、補助加圧室360にも作動液が供給されて、第1加圧ピストン322が前進させられるが、第1加圧室302の作動液は常開の電磁開閉弁316を経てリザーバ76に戻されるため、ホイールシリンダ26、28の液圧が増加させられることはないからである。また、第2加圧ピストン324の形状は上記実施形態におけるそれに限らず他の形状とすることもできる。例えば、前方第2加圧ピストン330と後方第2加圧ピストン332とを一体的に設けたり、前方第2加圧ピストン330の形状を円盤形状としたりすること等ができるのである。さらに、マスタシリンダの構造は、上記実施形態におけるそれに限らず、加圧ピストンの後退端が規定されていないマスタシリンダとしたり、第1加圧ピストンと第2加圧ピストンとが直列に設けられたマスタシリンダとしたり、これらの受圧面積が同じものとするなどが

できる。また、当然、マスタシリンダと補助シリンダとが別個に設けられた液圧ブレーキ装置に適用することもできる。さらに、ストローク制御装置128を設けることもできる。

【0077】次に、請求項1～5、7～9、11に係る発明の共通の一実施形態である液圧ブレーキ装置について説明する。図22に示すように、マスタシリンダ500において、シリンダ本体502の内側には第1、第2の2つの加圧ピストン504、506が液密かつ摺動可能に配設されており、第1、第2加圧ピストン504、506の前方の液圧室がそれぞれ第1、第2加圧室508、510とされる。また、第1加圧ピストン504の後方の液圧室が補助加圧室512とされ、第1加圧ピストン504が補助ピストンを兼ねることになる。シリンダ本体502には、それぞれ一對のプライマリカップ514、516が設けられている。一對のプライマリカップ514の間にはポート520が形成され、ポート520、液通路522により、第2加圧室510とリザーバ76とが接続される。

【0078】第2加圧ピストン506の前進時においては、第2加圧ピストン506に設けられた連通路524がポート520から遮断されるため、第2加圧室510の液圧を増加させることができるが、ブレーキペダル10の踏込みが解除され、連通路524がポート520に連通させられると、第2加圧室510の作動液は液通路522を経てリザーバ76に戻される。また、液通路522を経て供給されたリザーバ76の作動液は、プライマリカップ514を変形させることにより第2加圧室510、第1加圧室508に供給されるため、第2加圧室510第1加圧室508の容積が増加した場合に負圧になることが回避される。第1加圧室508と補助加圧室512とは、一對のプライマリカップ516により遮断され、これらの間の作動液の流れは阻止される。本実施形態におけるマスタシリンダ500は、ピストンではなくシリンダ本体にプライマリカップが設けられたガーリングタイプのものなのである。第2加圧室510には、第2加圧ピストン506を後退方向に付勢するスプリング517が設けられ、第1加圧室508には、第1加圧ピストン504を後退方向に付勢するスプリング518がリテーナ519a、bを介して設けられている。

【0079】シリンダ本体502には、上記ポート520の他、複数のポートが設けられている。第2加圧室510に対して開口するポート526には液通路528が接続され、それによって第2加圧室510と補助加圧室512とが接続される。液通路528には、第1加圧室508に対して開口するポート530から延び出させられた液通路531が接続されており、液通路528、531によって第2加圧室510、補助加圧室512、第1加圧室508が互いに接続されることになる。液通路531には、リザーバ76から延び出させられた液通路



532が接続されている。液通路532の途中には、リザーバ76から第1加圧室508への作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁533が設けられている。また、補助加圧室512に対して開口するポート534には液通路536が接続され、それにより、補助駆動力制御装置538が接続される。

【0080】前記液通路528の、第2加圧室510と第1加圧室508との間（液通路531の接続部より第2加圧室510側）の部分には、常開の電磁開閉弁542が設けられ、第1加圧室508と補助加圧室512との間の部分には、常開の電磁開閉弁546、連通制限装置547が設けられている。連通制限装置547は、前記実施形態における場合と同様に、差圧開閉弁548、逆止弁550を含むものである。補助駆動力制御装置538には、前述の各実施形態における場合と同様に、増圧制御弁74、減圧制御弁75、ポンプ70、アキュムレータ72等が含まれるが、それらに加えて、2つの常開の電磁開閉弁560、562も含まれる。制御弁装置異常時遮断弁としての電磁開閉弁560は、増圧制御弁74と減圧制御弁75とを含む電磁液圧制御弁装置82と補助加圧室512との間に設けられたものであり、電磁液圧制御弁装置82が正常である場合は開状態に保たれるが、異常である場合は閉状態に戻される。増圧制御弁74、減圧制御弁75を経て補助加圧室512の作動液が流出し続けたり、アキュムレータ72の作動液が流入し続けたりすることが回避される。また、リザーバ76と補助加圧室512とを、電磁液圧制御弁装置82、電磁開閉弁560をバイパスして接続するリザーバ連通路564が設けられ、リザーバ連通路564の途中に逆止弁412、413が設けられている。

【0081】異常時高圧源連通装置としての電磁開閉弁562は、アキュムレータ72と補助加圧室512とを、前記電磁液圧制御弁装置82および電磁開閉弁560をバイパスして接続するバイパス通路570の途中に設けられている。電磁開閉弁562は、通常制御時は閉状態に保たれるが、電気系統が正常であり、かつ、増圧制御弁74と電磁開閉弁560との少なくとも一方が開かなくなった場合に、開状態に切り換えられ、アキュムレータ72に蓄えられた作動液が補助加圧室512に供給される。なお、ポンプ70の吐出口と補助加圧室512とを前記電磁液圧制御弁装置82および電磁開閉弁560をバイパスして接続するバイパス通路を設け、このバイパス通路の途中に電磁開閉弁562を設けることもできる。電磁液圧制御弁装置82や電磁開閉弁560の異常時に電磁開閉弁562を開状態に切り換えることにより、ポンプ70から吐出された作動液を補助加圧室512に供給することができる。この場合には、バイパス通路の途中に、ポンプ70の吐出口側から補助加圧室512へ向かう方向の作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁を設けることが望ましい。

【0082】以上のように構成された液圧ブレーキ装置における各電磁開閉弁等の制御は図23に従って行われる。通常ブレーキ時には、増圧制御弁74、減圧制御弁75の制御により補助加圧室512の液圧が上述の各実施形態における場合と同様に制御される。この場合には、電磁開閉弁560は開状態に保たれ、電磁開閉弁546は閉状態に保たれる。増圧制御時には、電磁開閉弁542が閉状態に切り換えられる。アキュムレータ72の作動液が増圧制御弁74によって制御されて、電磁開閉弁560を経て補助加圧室512に供給される。減圧制御時（ブレーキペダル10の踏み込みが解除された場合も含む。踏み込みが解除された場合には、減圧制御弁75に供給される電流が最大とされ、設定時間の間、開状態にされる）には、電磁開閉弁542は開状態に戻される。補助加圧室512の作動液は、電磁開閉弁560、減圧制御弁75を経てリザーバ76に戻され、第1加圧室508の作動液は電磁開閉弁542、第2加圧室510を経てリザーバ76へ戻される。なお、第1加圧室508には、リザーバ76の作動液が液通路532、531を経て供給されるため、負圧になることが回避される。

【0083】自動ブレーキ時、ピークルスタビリティ制御時等ブレーキペダル10が踏み込まれていない場合においてブレーキ力を制御する場合には、上述の場合と同様に、増圧制御弁74、減圧制御弁75の制御によって補助加圧室512の液圧が制御される。増圧制御時には、電磁開閉弁542が閉状態に、電磁開閉弁546が開状態に切り換えられるため、補助駆動力制御装置538により制御された液圧が、補助加圧室512のみならず第1加圧室508にも供給される。減圧制御時には、補助加圧室512の作動液は、電磁開閉弁560、減圧制御弁75を経てリザーバ76に戻されたり、電磁開閉弁546、逆止弁550、電磁開閉弁542、第2加圧室510を経てリザーバ76に戻されたりする。なお、増圧制御時には、電磁開閉弁542も開状態に切り換えてもよい。第2加圧室510にも補助駆動力制御装置538により制御された作動液が供給されることになる。

【0084】それに対して、電気系統に異常が生じた場合には、すべての電磁制御弁へ電流が供給されなくなるため、図示する状態に戻される。ブレーキペダル10が踏み込まれた場合には、補助加圧室512には、リザーバ76から液通路564（逆止弁412、413）を経て作動液が供給されるため、負圧になることが回避される。また、第1加圧室508、第2加圧室510の液圧が差圧開閉弁548の開弁圧以上補助加圧室512の液圧より大きくなると、差圧開閉弁548が開かれる。第1、第2加圧室508、510から作動液が供給され、補助液圧が大きくなり、ブレーキ力が大きくされる。この場合には、電磁開閉弁560が閉状態に戻されるため、閉状態にある増圧制御弁74、減圧制御弁75を経

て、補助加圧室 512 の作動液が流出し続けたり、アキュムレータ 72 の作動液が流入し続けたりすることを回避することができ、補助加圧室 512 の液圧変化を小さくすることができる。ブレーキペダル 10 の踏み込みが解除された場合には、補助加圧室 512 の作動液は、電磁開閉弁 546、逆止弁 550、電磁開閉弁 542 を経て第 2 加圧室 510 に供給され、リザーバ 76 に戻される。

【0085】電気系統は正常であるが、増圧制御弁 74 と電磁開閉弁 560 との少なくとも一方に異常が生じ、閉状態になったままの場合（開かなくなった場合）には、電磁開閉弁 562 が開状態に切り換えられる。異物のかみ込み等に起因して開かなくなることがあり、この場合には、増圧制御弁 74、電磁開閉弁 560 を経てアキュムレータ 72 の液圧を補助加圧室 512 に供給することができない。そこで、電磁開閉弁 562 が開状態に切り換えられれば、アキュムレータ 72 の作動液を補助加圧室 512 に供給することができ、液圧を大きくすることができる。増圧制御弁 74 と電磁開閉弁 560 との少なくとも一方が開かなくなったことは、増圧制御弁 74、電磁開閉弁 560 を開状態にするように制御しているにもかかわらず、補助液圧センサ 392 によって検出された補助加圧室 512 の補助液圧が増大しないことによって検出することができる。なお、開けることができなかったことは、補助加圧室 512 の目標液圧に対して、補助液圧センサ 392 によって検出された補助液圧が設定圧以上小さく、かつ、これらの差の絶対値が減少しないことによって検出することもできる。また、電磁開閉弁 542、546 も開状態に切り換えることもできる。

【0086】なお、電磁開閉弁 560 は、電気系統が正常であって、かつ、増圧制御弁 74、減圧制御弁 75 の少なくとも一方が閉じなくなった場合に、閉状態に切り換えられるようにすることもできる。例えば、増圧制御弁 74 を閉状態に制御しているにもかかわらず、補助液圧が増大すること、補助加圧室 512 の実液圧が目標液圧に対して設定値以上大きく、かつ、これらの差の絶対値が増大しつつあること等によって検出することができる。減圧制御弁 75 についても同様である。それにより、補助加圧室 512 の液圧の急激な変化を抑制することができる。

【0087】また、電磁開閉弁 562 およびバイパス通路 570 を設ける必要は必ずしもなく、電磁液圧制御弁装置 82 の異常時には、電気系統の失陥時と同様に制御してもよい。さらに、電磁開閉弁 560 も不可欠ではない。電磁液圧制御弁装置 82 における漏れが小さい場合には、補助加圧室 512 の液圧変化も小さいからである。また、液通路 532 は、液通路 531 ではなく、液通路 528 の逆止弁 550 と電磁開閉弁 546 との間に接続されるようにしてもよい。この場合には、リザーバ

76 と第 1 加圧室 508 とが、液通路 532、528 によって接続されることになり、これらの間に 2 つの逆止弁 533、550 が位置することになる。さらに、一対のプライマリカップ 516 の間にポートを設けて液通路に接続し、第 1 加圧室 508 にリザーバ 76 が接続されるようにするとともに、第 1 加圧ピストン 504 に連通路を設けることもできる。この場合には、リザーバ 76 の作動液がプライマリカップ 516 を変形させて第 1 加圧室 508 に供給される一方、第 1 加圧室 508 の作動液が、連通路、ポート、液通路を経てリザーバ 76 に戻されることになるため、減圧時に電磁開閉弁 542 を開状態に切り換える必要がなくなる。その一例としての液圧ブレーキ装置を図 24 に示す。

【0088】図 24 に示すように、本マスタシリンダ 600 において、一対のプライマリカップ 516 の間に、ポート 602 が形成されるとともに、液通路 604 によって第 1 加圧室 508 とリザーバ 76 とが接続される。また、第 1 加圧ピストン 504 には連通路 606 が設けられ、連通路 606 がポート 602 に連通させられると、第 1 加圧室 508 の作動液が、連通路 606、ポート 602、液通路 604 を経てリザーバ 76 に戻される。液通路 604 の途中には、常開の電磁開閉弁 607 が設けられ、ブレーキペダル 10 が踏み込まれていない場合において、第 1 加圧室 508 の液圧を増圧させる場合に閉状態に切り換えられる。また、第 1 加圧室 508 と補助加圧室 512 とを接続する液通路 608 の途中には常開の電磁開閉弁 610 が設けられているが連通制限装置は設けられていない。

【0089】本実施形態における補助駆動力制御装置 612 には、ポンプ 70、電磁液圧制御弁装置 82、電磁開閉弁 560 等に加えて、レギュレータ 614 とチェンジバルブ 615 とを含む異常時高圧源連通装置 616 が含まれる。レギュレータ 614 は、アキュムレータ 72 と補助加圧室 512 とを電磁液圧制御弁装置 82 と電磁開閉弁 560 とをバイパスして接続するバイパス通路 618 の途中に設けられており、チェンジバルブ 615 と、リザーバ 76 と、アキュムレータ 72 とに接続されている。レギュレータ 614 は、第 1 加圧室 508 の液圧に基づいて作動させられるものであり、チェンジバルブ 615 にリザーバ 76 の作動液を供給したり、アキュムレータ 72 の作動液を供給したりする。チェンジバルブ 615 は、液通路 618 と液通路 536 との接続部分に設けられたものであり、補助加圧室 512 にレギュレータ 614 によって制御された作動液を供給したり、電磁液圧制御弁装置 82 によって制御された作動液（第 1 加圧室 508 の作動液）を供給したりする。

【0090】レギュレータ 614 は、図 25 に示すように、弁子 620 と、弁座 622 と、弁子駆動部材 624 とを含むものであり、これらにより、本体の内部が、3 つの液圧室 626～630 に仕切られる。第 1 の液圧室

626は電磁開閉弁632を介してアキュムレータ72に接続され、第2の液圧室628はチェンジバルブ615に接続され、第3の液圧室630は第1加圧室508に接続されている。図示する状態においては、弁子駆動部材624がスプリング636の付勢力によって退避位置に保たれる。弁子620が弁座622に着座させられ、第2液圧室628は第1液圧室626から遮断され、弁子620に設けられた液通路640を経てリザーバ76に連通させられる。チェンジバルブ615にはリザーバ76の作動液が供給される。

【0091】マスタシリンダ600の第1加圧室508の液圧が大きくなると、弁子駆動部材624がスプリング638の付勢力に抗して前進させられる。第1加圧室508の液圧が、式

$$P_w \cdot S_3 > P_a (S_2 - S_1) + P_c (S_3 - S_2)$$

で表される関係を満たす大きさになると、弁子駆動部材624によって弁子620が弁座622から離間させられる。第2液圧室628がリザーバ76から遮断されて、第1液圧室626に連通させられる。チェンジバルブ615にはアキュムレータ72の作動液が供給される。上式において、液圧 $P_a$ 、 $P_c$ 、 $P_w$ は、それぞれ第1、第2、第3液圧室626、628、630の液圧であり、アキュムレータ圧、チェンジバルブ604への供給圧、マスタシリンダ圧である。また、 $S_3$ は、弁子駆動部材624の大径部の断面積であり、 $S_1$ は、弁子620の小径部の断面積であり、 $S_2$ は、第1液圧室626と第2液圧室628との間の連通路642の内周側の面積である。なお、スプリングの付勢力は無視した。

上記式より、レギュレータ614は、チェンジバルブ615に供給される液圧が、式

$$P_c = P_w \cdot S_3 / (S_3 - S_2) - P_a (S_2 - S_1) / (S_3 - S_2)$$

で表される大きさになるように切り換えられることになり、補助加圧室512の液圧(チェンジバルブ615に供給される液圧)を第1加圧室508の液圧に応じた大きさに制御することができる。

【0092】チェンジバルブ615は、補助加圧室512に接続された第1ポート650と、レギュレータ614に接続された第2ポート652と、液通路536に接続された(電磁液圧制御弁装置82と第1加圧室508とに接続された)第3ポート654と、図示しないが、第1ポート650を第2ポート652の液圧と第3ポート654の液圧との大きい方のポートに連通させ、液圧が小さい方のポートから遮断するように移動させられるスプールを含むものである。第2ポート652の液圧と第3ポート654の液圧とが同じ場合には、スプールは中立位置にあり、第1ポート650には、第2ポート652と第3ポート654との両方が連通させられる。第2ポート652の液圧が第3ポート654の液圧より大きい場合には、補助加圧室512にはレギュレータ6

14によって制御された作動液が供給されることになる。

【0093】以上のように構成された液圧ブレーキ装置における作動について図26に基づいて説明する。ブレーキペダル10の非操作時には、レギュレータ614は図示する原状態にあり、チェンジバルブ615においてスプールは中立位置にある。ブレーキペダル10が踏み込まれると、補助加圧室512には、リザーバ76の作動液が、レギュレータ614、チェンジバルブ615を経て供給されたり、逆止弁412、413、チェンジバルブ615を経て供給されたりする。そのため、補助加圧室512が負圧になることが回避される。通常ブレーキ時には、上記実施形態における場合と同様に、増圧制御弁74、減圧制御弁75の制御により補助液圧室512の液圧が制御される。この場合には、電磁開閉弁632は閉状態に保たれるため、レギュレータ614には、アキュムレータ72の作動液が供給されない。チェンジバルブ615は、第1ポート650に第3ポート654を連通させる状態、すなわち、補助加圧室512に電磁液圧制御弁装置82を連通させる状態に保たれる。補助加圧室512には、電磁液圧制御弁装置82によって制御された作動液が供給される。減圧制御時には、補助加圧室512の作動液は、減圧制御弁75を経てリザーバ76に戻される。また、電磁開閉弁607は開状態にあるため、第1加圧室508の作動液は液通路604を経てリザーバ76に戻され、第2加圧室510の作動液は、液通路522を経てリザーバ76に戻される。

【0094】自動ブレーキ作動時等においては、通常ブレーキ時と同様に、増圧制御弁74、減圧制御弁75の制御によりブレーキ力が制御されるのであるが、電磁開閉弁610が開状態に切り換えられるため、電磁液圧制御弁装置82によって制御された作動液は補助加圧室512のみならず、第1加圧室508にも供給されることになる。増圧制御時には、電磁開閉弁607が閉状態に切り換えられるため、第1加圧室508の作動液がリザーバ76に戻されることが回避され、第1加圧室508の液圧を増加させることができる。減圧制御時には、電磁開閉弁607が開状態に戻されるため、第1加圧室508の作動液は、液通路604を経てリザーバ76に戻される。

【0095】電気系統の異常時には、各電磁開閉弁、電磁液圧制御弁装置82は、図示する状態に戻される。電磁開閉弁632が開状態に戻されるため、レギュレータ614の第1液圧室626にはアキュムレータ72が連通させられる。ブレーキペダル10が踏み込まれ、第1加圧室508の液圧が上式を満たす大きさになると、レギュレータ614は、第2液圧室628に第1液圧室626を連通させる状態に切り換えられる。チェンジバルブ615の第2ポート652には、レギュレータ614

によって制御された作動液が供給され、チェンジバルブ615は、補助加圧室512にレギュレータ614を連通させる状態に切り換えられる。補助加圧室512には、レギュレータ614によって制御された作動液が供給される。電気系統に異常が生じて、アキュムレータ圧が直ちに下がることはないため、そのアキュムレータ圧を利用して補助加圧室512の液圧を大きくすることができるのであり、踏力に応じた大きさの液圧に制御することができる。ブレーキペダル10の踏込みが解除された場合には、補助加圧室512の作動液がレギュレータ614を経てリザーバ76に戻される。

【0096】それに対して、アキュムレータ72において液漏れが生じた場合等サーボ系に失陥が生じた場合には、電磁開閉弁632、610が開状態に切り換えられる。電磁開閉弁632が開状態に切り換えられても、アキュムレータ72の液圧は低いため、ブレーキペダル10が踏み込まれて、第1加圧室508の液圧が大きくなっても、レギュレータ614からチェンジバルブ615に供給される作動液の液圧は大きいわけではない。それに対して、チェンジバルブ615の第3ポート654には、開状態にある電磁開閉弁610を経て第1加圧室508の作動液が供給されるため、チェンジバルブ615は第1ポート650を第3ポート654に連通させる状態に切り換えられる。それによって、補助加圧室512には第1加圧室508の作動液が供給され、ブレーキ力を大きくすることができる。ブレーキペダル10の踏込みが解除された場合には、補助加圧室512の作動液は、電磁開閉弁610、第1加圧室508を経てリザーバ76に戻される。

【0097】以上のように、本実施形態においては、レギュレータ614の作動により、電気系統に異常が生じた場合においても、補助加圧室512の液圧を、第1加圧室508の液圧に基づいた大きさに制御することができる。なお、各電磁開閉弁の制御の態様は一例であり、上記実施形態における場合に限定されない。また、マスタシリンダはガーリングタイプに限らず、プライマリカップがピストン側に設けられたタイプのものとするのも可能である。また、電磁開閉弁632は不可欠ではなく、レギュレータ614の第1液圧室626に常にアキュムレータ72が連通させられるようにしてもよい。この場合には、チェンジバルブ615において、第2ポート652と第3ポート653とのうち液圧が大きい方のポートが第1ポート650に連通させられることになり、補助加圧室512に液圧の大きい方の作動液が供給されることになる。ブレーキペダル10の踏込みが解除された場合には（第1加圧室508の液圧が小さくなる）、レギュレータ614がチェンジバルブ615をリザーバ76に連通させる状態に切り換えられるため、補助加圧室512の作動液は、チェンジバルブ615、レギュレータ614を経てリザーバ76に戻すこともでき

る。以上、本発明の幾つかの実施形態を詳細に説明したが、これは、文字通り例示であり、本発明は、前記〔発明が解決しようとする課題、解決手段、作用および効果〕の項に記載された態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した態様で本発明を実施することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図である。

【図2】上記液圧ブレーキ装置のブレーキペダル周辺を模式的に示す図である。

【図3】上記液圧ブレーキ装置において制御される踏力とマスタシリンダ液圧との関係を示す図である。

【図4】上記液圧ブレーキ装置において制御されるストロークとマスタシリンダ液圧との関係を示す図である。

【図5】上記液圧ブレーキ装置において、補助加圧室の制御と容積制御室の液圧とが制御された場合のマスタシリンダ液圧と仕事率との関係を示す図である。

【図6】上記液圧ブレーキ装置において、補助加圧室の制御と容積制御室の液圧とが制御された場合のマスタシリンダ液圧と剛性との関係を示す図である。

【図7】上記液圧ブレーキ装置に含まれる圧力スイッチの作動特性を示す図である。

【図8】上記液圧ブレーキ装置に含まれる液圧制御装置のROMに格納された電動モータ制御プログラムを表すフローチャートである。

【図9】上記液圧ブレーキ装置において制御されたマスタシリンダ液圧と車速との関係を示す図である。

【図10】上記液圧ブレーキ装置において制御されたマスタシリンダ液圧と踏込速度との関係を示す図である。

【図11】上記液圧ブレーキ装置に含まれる増圧制御弁の断面図である。

【図12】本発明の別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図である。

【図13】本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置のストローク制御用シリンダの断面図である。

【図14】本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図である。

【図15】本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図である。

【図16】上記液圧ブレーキ装置のブレーキペダル周辺を模式的に示す図である。

【図17】本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図である。

【図18】本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図（一部）である。

【図19】上記液圧ブレーキ装置におけるマスタシリンダの液圧とストロークとの関係を示す図である。

【図20】本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブ

レーキ装置の一部を示す図である。

【図 21】 本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図である。

【図 22】 本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図（一部）である。

【図 23】 上記液圧ブレーキ装置における一制御例を表す図である。

【図 24】 本発明のさらに別の一実施形態である液圧ブレーキ装置を表す回路図（一部）である。

【図 25】 上記液圧ブレーキ装置に含まれるレギュレータを概念的に表す図である。

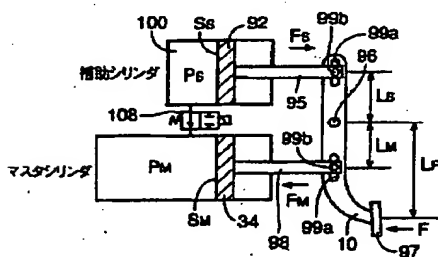
【図 26】 上記液圧ブレーキ装置における一制御例を表す図である。

#### 【符号の説明】

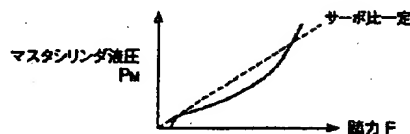
- 10 ブレーキペダル
- 12 マスタシリンダ
- 22, 24, 26, 28 ホイールシリンダ
- 34 加圧ピストン
- 62 電磁開閉弁
- 64 ストローク制御用シリンダ
- 70 ポンプ
- 72 アクムレータ
- 74 増圧制御弁
- 75 減圧制御弁
- 78 補助シリンダ
- 80 液圧制御装置
- 81 駆動力補助装置
- 82 電磁液圧制御弁装置
- 92 補助ピストン
- 100 補助加圧室
- 108 電磁開閉弁

- 109 補助駆動力制御装置
- 116 容積可変室
- 118 容積制御室
- 122 増圧制御弁
- 124 減圧制御弁
- 128 ストローク制御装置
- 242 切換弁
- 244, 374, 384 連通制限装置
- 246, 378, 386 逆止弁
- 248, 376, 388 差圧開閉弁
- 250, 379, 387 オリフィス
- 260 補助ロッド
- 262, 268 電動モータ
- 300 マスタシリンダ
- 322 第1加圧ピストン
- 324 第2加圧ピストン
- 330 前方第2加圧ピストン
- 332 後方第2加圧ピストン
- 347 端面
- 350 オリフィス
- 360 補助加圧室
- 390 踏力センサ
- 392 補助液圧センサ
- 394 マスタ液圧センサ
- 401~414 逆止弁
- 560 電磁開閉弁
- 562 電磁開閉弁
- 614 レギュレータ
- 615 チェンジバルブ
- 616 異常時高圧源連通装置

【図 2】



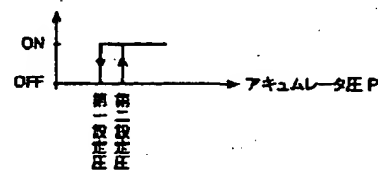
【図 3】



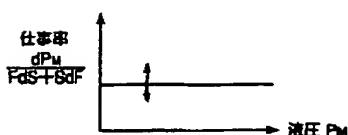
【図 4】



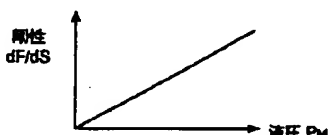
【図 7】



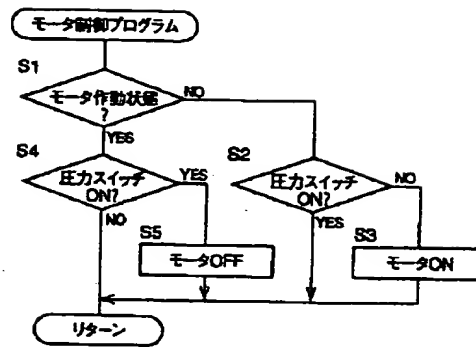
【図 5】



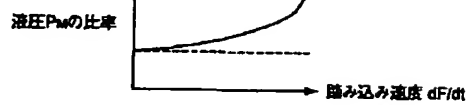
【図 6】



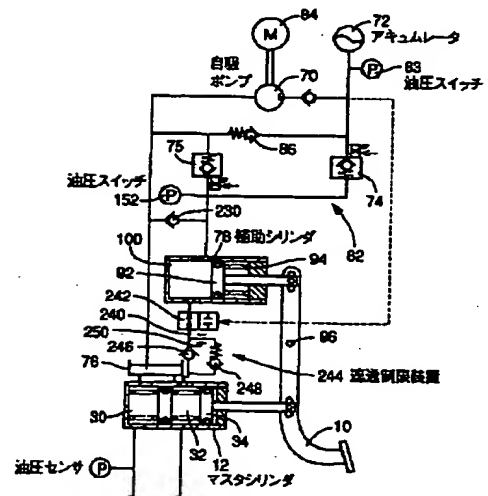
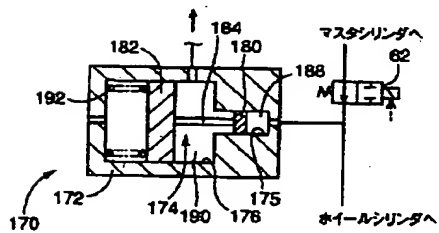
【图 8】



【図 10】

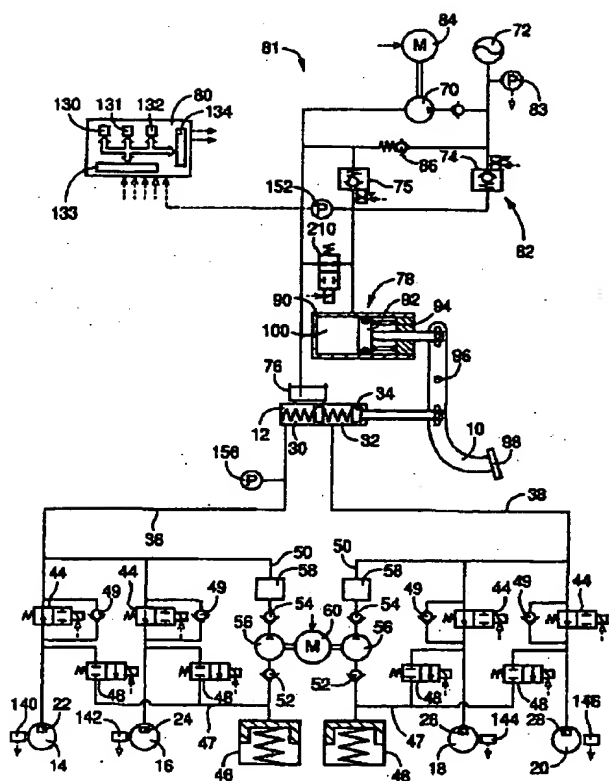


【图 16】

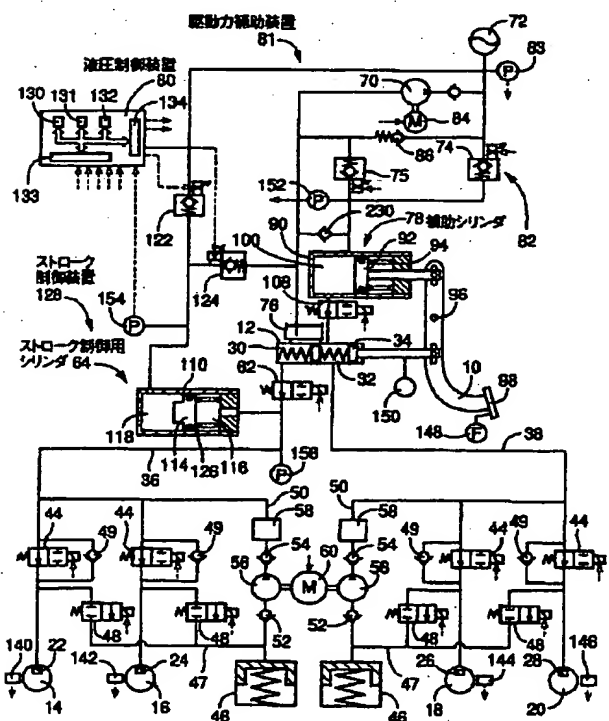




【图 1-4】



【图 17】

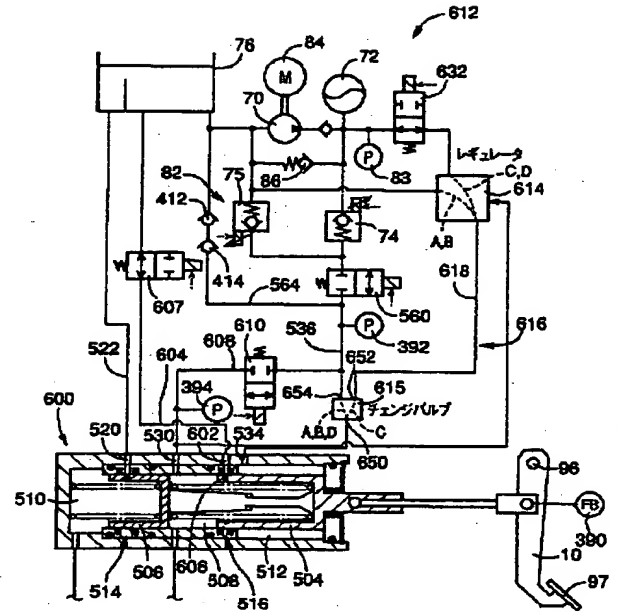




【図23】

通常 ブレーキ時	増圧	開	74 (制御), 560
		閉	75, 542, 546, 562
	減圧	開	75 (制御), 560, 542
		閉	74, 546, 562
自動 ブレーキ時	増圧	開	74 (制御), 560, 546
		閉	75, 542, 562
	減圧	開	75 (制御), 560, 546, 542
		閉	74, 562
電気系統 異常時	踏込	開	542, 546
		閉	74, 75, 560, 562
	解除	開	542, 546
		閉	74, 75, 560, 562
電磁制御弁 装置異常時	踏込	開	562
		閉	74, 75, 542, 546, 560
	解除	開	542, 546
		閉	74, 75, 560, 562

【図24】



【図26】

	増 圧 (踏込み)		減 圧 (解除)	
A. 通常 ブレーキ時	開	74 (制御), 560, 607	75 (制御), 560, 607	
	閉	75, 610, 632	74, 610, 632	
	レギュレータ		リザーバ連通	
	チェックバルブ		電磁液圧制御弁装置連通	
B. 自動 ブレーキ時	開	74 (制御), 560, 610	75 (制御), 560, 610 607	
	閉	75, 632, 607	74, 632	
	レギュレータ		リザーバ連通	
	チェックバルブ		電磁液圧制御弁装置連通	
C. 電気系統 異常時	開	632, 607	632, 607	
	閉	74, 75, 560, 610	74, 75, 560, 610	
	レギュレータ		アキュムレータ連通	
	チェックバルブ		レギュレータ連通	
D. サーボ系 異常時	開	610, 632, 607	610, 632, 607	
	閉	74, 75, 560	74, 75, 560	
	レギュレータ		アキュムレータ連通	
	チェックバルブ		第1加圧室連通	

フロントページの続き

Fターム(参考) 3D048 BB03 BB07 BB27 BB37 CC05  
CC54 HH00 HH15 HH16 HH26  
HH42 HH53 HH66 RR06 RR25  
RR35  
3D049 BB02 BB05 BB16 BB23 CC02  
HH00 HH12 HH13 HH20 HH34  
HH39 HH41 HH47 RR04 RR10  
RR13